

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-163408

(43)公開日 平成8年(1996)6月21日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 N 5/21  
1/405  
5/208

B

H 0 4 N 1/ 40

C

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平6-298731

(22)出願日 平成6年(1994)12月2日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 緒形 昌美

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

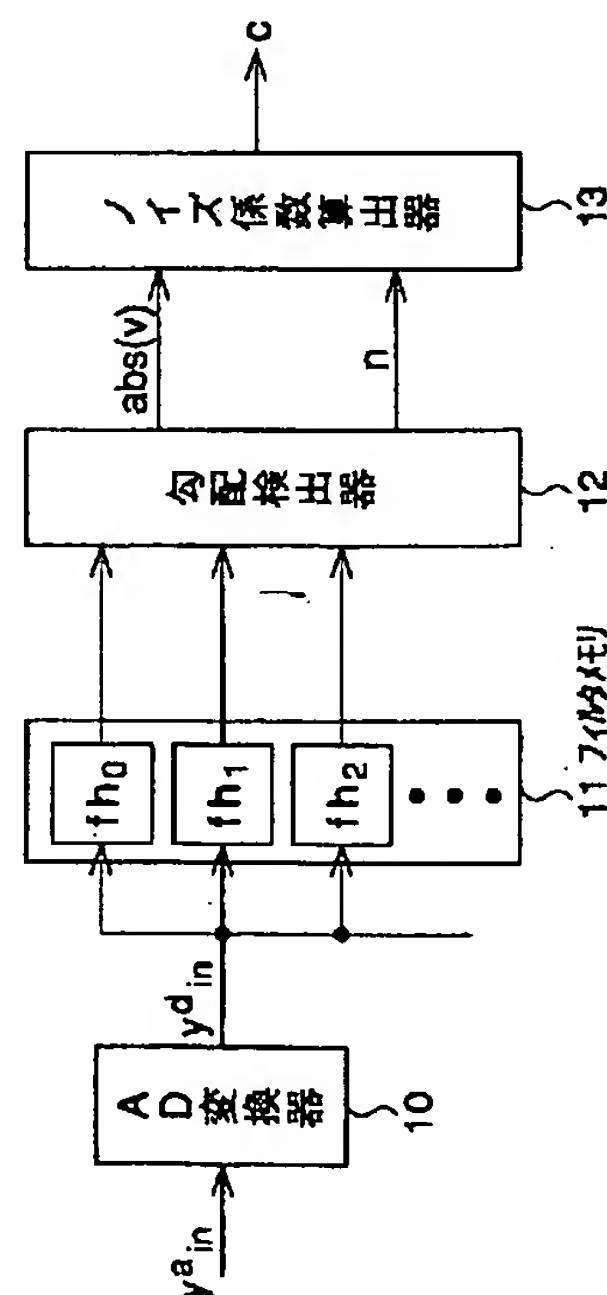
(74)代理人 弁理士 稲本 義雄

(54)【発明の名称】 ノイズ検出回路、ノイズ除去回路及び輪郭強調回路

(57)【要約】

【目的】 ノイズ成分を正確に検出する。

【構成】 AD変換器10は、アナログ輝度信号 $y^a_{in}$ をデジタル輝度データ $y^d_{in}$ に変換しフィルタメモリ11に入力する。フィルタメモリ11には、方向性の異なる複数の2次元1次微分フィルタ $FH_n$ が記憶されており、それぞれのフィルタ出力が勾配検出器12に入力される。勾配検出器12は、これらのフィルタ出力の絶対値を算出し、その最大値 $abs(v)$ 及び、 $abs(v)$ を与える2次元微分フィルタ $FH_n$ のフィルタ番号 $n$ をノイズ係数算出器13に入力する。ノイズ係数算出手段は、この $abs(v)$ 及び $n$ に基づいて、入力信号がノイズに起因する可能性を示す値としてのノイズ係数 $c$ を算出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力画像の各位置において、前記入力画像の画像信号の輝度変化の大きさを示す値及び前記輝度変化の方向を示す値を検出する勾配検出手段と、前記勾配検出手段によって検出された、前記入力画像の画像信号の輝度変化の大きさを示す値及び輝度変化の方向を示す値に基づき、前記入力画像の画像信号の輝度変化が、ノイズに起因する可能性を示すノイズ係数を算出するノイズ係数算出手段とを備えることを特徴とするノイズ検出回路。

【請求項 2】 前記勾配検出手段は、方向性の異なる複数の 2 次元 1 次微分フィルタと、前記複数の 2 次元 1 次微分フィルタによってフィルタリングされた、前記入力画像の画像信号のフィルタ出力値の絶対値の最大値を検出する勾配検出器とを備えることを特徴とする請求項 1 に記載のノイズ検出回路。

【請求項 3】 前記 2 次元 1 次微分フィルタは、前記入力画像の画像信号の輝度が変化する方向に選択性を示すことを特徴とする請求項 2 に記載のノイズ検出回路。

【請求項 4】 前記ノイズ係数算出手段は、前記 2 次元 1 次微分フィルタの選択性を示す方向と直交する方向にローパス特性を有する、複数の 2 次元ローパスフィルタのフィルタ係数を記憶するメモリと、前記勾配検出手段によって検出された前記入力画像の画像信号の輝度変化の方向を示す値に基づいて、前記 2 次元ローパスフィルタのフィルタ係数を修正する係数修正器と、前記勾配検出手段によって検出された前記入力画像の輝度変化の大きさを示す値を遅延して出力する遅延器と、前記係数修正器によって修正されたフィルタ係数によって構成される 2 次元ローパスフィルタによって、前記入力画像の輝度変化の大きさを示す値をフィルタリングする係数可変フィルタと、前記係数可変フィルタによってフィルタリングされた前記入力画像の輝度変化の大きさを示す値を正規化し、前記ノイズ係数を算出する正規化器とを備えることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載のノイズ検出回路。

【請求項 5】 前記ノイズ係数算出手段は、所定の画素の近傍において、前記入力画像の画像信号の輝度変化の方向が類似する画素が多い場合、前記ノイズ係数は比較的小さな値とすることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のノイズ検出回路。

【請求項 6】 前記ノイズ係数算出手段は、所定の画素の近傍において、前記入力画像の輝度変化方向の類似する画素の輝度変化の大きさの総和を算出し、その値が大きい場合、前記ノイズ係数は比較的小さな値とすることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のノイズ検出回路。

【請求項 7】 請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載のノイズ検出回路と、

前記入力画像の画像信号を、ローパスフィルタによって平滑化する平滑手段と、

前記ノイズ検出回路によって検出される前記ノイズ係数に基づいて、前記画像信号と前記平滑化器が出力する平滑化信号に重みを付加し、その和を出力する重み付き加算手段とを備えることを特徴とするノイズ除去回路。

【請求項 8】 請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載のノイズ検出回路と、

前記入力画像の画像信号の 2 次微分値から、強調信号を生成し、出力する強調信号生成手段と、

前記ノイズ検出回路によって検出されるノイズ係数から算出される値と、前記強調信号を積算する積算手段と、前記積算手段の出力と、前記入力画像の画像信号を加算する加算手段とを備えることを特徴とする輪郭強調回路。

【請求項 9】 入力画像の各位置において、前記入力画像の画像信号の輝度変化の方向を示す値を検出する方向検出手段と、

前記方向検出手段が検出した輝度変化の方向と直交する方向に平滑化処理を行う平滑化手段とを備えることを特徴とするノイズ除去回路。

【請求項 10】 前記方向検出手段は、方向性の異なる複数の 2 次元 2 次微分フィルタと、前記複数の 2 次元 2 次微分フィルタによってフィルタリングされた、前記画像信号のフィルタ出力値の絶対値の最大値を検出し、検出結果に対応する前記入力画像の画像信号の輝度変化の方向を示す値を検出する方向検出器とを備えることを特徴とする請求項 9 に記載のノイズ除去回路。

【請求項 11】 前記 2 次元 2 次微分フィルタは、前記入力画像の画像信号の輝度が変化する方向に選択性を示すことを特徴とする請求項 10 に記載のノイズ除去回路。

【請求項 12】 前記平滑化手段は、方向性の異なる、複数の 2 次元ローパスフィルタによって構成されることを特徴とする請求項 9、10 または 11 に記載のノイズ除去回路。

【請求項 13】 前記方向検出手段は、絶対値が最大である最大フィルタ出力値を、さらに出力し、前記最大フィルタ出力値が、正の値であるか、または負の値であるかを検出し、検出結果を前記平滑化手段に出力する位相検出器をさらに備えることを特徴とする請求項 10 または 11 に記載のノイズ除去回路。

【請求項 14】 前記平滑化手段は、前記 2 次元微分フィルタの選択性を示す方向と直交する方向にローパス特性を有する、複数の 2 次元ローパスフィルタのフィルタ係数を記憶するメモリと、前記位相検出器の検出結果に対応して、前記 2 次元ローパスフィルタのフィルタ係数を修正する係数修正器と、前記入力画像の画像信号を遅延して出力する遅延器と、

前記係数修正器によって修正されたフィルタ係数によって構成される2次元ローパスフィルタによって、前記入力画像の画像信号をフィルタリングする係数可変フィルタとを備えることを特徴とする請求項13に記載のノイズ除去回路。

【請求項15】 前記方向検出手段は、前記最大フィルタ出力値の絶対値を、さらに出力し、  
前記平滑化手段は、  
前記最大フィルタ出力値の絶対値に基づいて、重み係数を算出する重み係数算出器と、  
前記係数可変フィルタによってフィルタリングされた信号と、前記入力画像の画像信号とに、前記重み係数算出器が算出した重み係数に基づく値を付加し、その和を出力する重み付き加算器とを、さらに備える14に記載のノイズ除去回路。ことを特徴とする請求項

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えばテレビジョン受像器、VTR、ビデオカメラ、プリンタ等の画像の入出力装置に用いて好適なノイズ検出回路、ノイズ除去回路及び輪郭強調回路に関する。

【0002】

【従来の技術】テレビジョン受像器が画像信号を受信し、表示する場合、ノイズによる影響を受ける。その結果、入力された画像信号を画面上に映し出す処理が行われると、ノイズを含んだ画像が表示される。

【0003】そこで、以下に示すように、入力された信号からノイズを検出し、除去する処理が行われている。

【0004】従来、ノイズを検出する方法として、レベル変化の小さい入力画像信号をノイズとみなすコアリング処理が知られている。例えば、入力画像信号に、その2次微分値に基づく強調信号を加算する輪郭強調においては、ノイズの増幅を抑制するために、このコアリング処理を適用している。すなわち、図20に示すような変換を行って、強調信号を生成する。

【0005】図20の横軸は、入力画像信号の2次微分値を示し、縦軸は、その2次微分値に対応して生成される強調信号を示している。入力画像信号のレベル変化の大きさを示す、入力画像信号の2次微分値の絶対値が、所定のしきい値THを超える場合、その2次微分値に対応する強調信号が生成される。この2次微分値の絶対値が、しきい値TH以下の場合、強調信号は0となる。そして、生成された強調信号と入力画像信号が加算され、輪郭強調が行われる。すなわち、レベル変化の大きな信号は強調され、レベル変化の小さな信号はノイズとみなされ、強調されない。

【0006】また、従来、検出したノイズを除去するノイズ除去処理として、例えば空間的ローパスフィルタを用いる処理と、時間方向の再帰的ローパスフィルタを用いる処理とがあり、それぞれ、空間周波数または時間周

波数を検出し、いずれも、周波数の高い成分をノイズとみなし、減衰することによって、画像信号成分とノイズ成分の分離を行っている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ノイズを検出する方法としてのコアリング処理においては、入力信号のレベル変化の大きさを基準にノイズが検出されるので、レベル変化の小さな画像信号（ノイズではない信号）をもノイズとして検出してしまい、正確なノイズの検出が困難であるという課題を有する。

【0008】例えば、上述した輪郭強調処理においては、毛髪等のレベル変化の小さい画像信号が入力された場合、その2次微分値は小さいので、ノイズとして検出されてしまい、強調処理がなされない。このレベル変化の小さい画像信号を強調するには、図20に示す、所定のしきい値THを小さな値に設定する必要があるが、しきい値THを小さくしすぎると、ノイズ成分まで強調してしまう。

【0009】空間的ローパスフィルタを用いるノイズ除去処理は、空間周波数の高い成分をノイズとみなして除去する処理を、画像全体に、一様に行っているため、エッジ等の高周波成分からなる、意味のある画像信号をもノイズとみなして除去してしまうという課題を有する。

【0010】また、時間方向の再帰的ローパスフィルタを用いるノイズ除去処理は、時間周波数の高い成分をノイズとみなして除去するので、動きのある画像の質が劣化するという課題を有する。さらに、この時間方向のローパスフィルタを用いるノイズ除去処理においては、時間方向の情報をを用いるので、フレームメモリが必要となり、コスト高になるという課題を有する。

【0011】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、ノイズ成分のみを正確に検出するノイズ検出回路と、ノイズ成分のみを正確に除去する安価なノイズ除去回路と、画像信号の輪郭強調を正確に行うことが可能な輪郭強調回路と、を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載のノイズ検出回路は、入力画像の各位置において、入力画像の画像信号の輝度変化の大きさを示す値（例えば図1の微分値v）及びこの輝度変化の方向を示す値（例えば図1の方向指標n）を検出する勾配検出手段（例えば図1のフィルタメモリ11及び勾配検出器12）と、この勾配検出手段によって検出された入力画像の画像信号の輝度変化の大きさを示す値及び輝度変化の方向を示す値に基づき、この入力画像の画像信号の輝度変化が、ノイズに起因する可能性を示すノイズ係数（例えば図1のノイズ係数c）を算出するノイズ係数算出手段（例えば図1のノイズ係数算出器13）と、を備えることを特徴とする。

【0013】この勾配検出手段には、方向性の異なる複数の2次元1次微分フィルタ（例えば図2の2次元1次



微分フィルタ $f_h$ ) と、これらの2次元1次微分フィルタによってフィルタリングされた、入力画像の画像信号のフィルタ出力値の絶対値の最大値を検出する勾配検出器(例えば図1の勾配検出器12)と、を設けるようにすることができる。

【0014】上述した2次元1次微分フィルタは、入力画像の画像信号の輝度が増加する方向に選択性を示すようにすることができる。

【0015】上述したノイズ係数算出手段には、上述した2次元1次微分フィルタの選択性を示す方向と直交する方向にローパス特性を有する、複数の2次元ローパスフィルタ(例えば図4の2次元ローパスフィルタ $F_{L_n}$ )のフィルタ係数(例えば図4のフィルタ係数 $a_k$ )を記憶するメモリ(例えば図3の係数メモリ20)と、上述した勾配検出手段によって検出された入力画像の画像信号の輝度変化の方向を示す値に基づいて、この2次元ローパスフィルタのフィルタ係数を修正する係数修正器(例えば図3の係数修正器21)と、この勾配検出手段によって検出された入力画像の画像信号の輝度変化の大きさを示す値を遅延して出力する遅延器(例えば図3の遅延器22)と、この係数修正器によって修正されたフィルタ係数によって構成される2次元ローパスフィルタによって、前記入力画像の画像信号の輝度変化の大きさを示す値をフィルタリングする係数可変フィルタ(例えば図3の係数可変フィルタ23)と、この係数可変フィルタによってフィルタリングされた入力画像の画像信号の輝度変化の大きさを示す値を正規化し、上述したノイズ係数を算出する正規化器(例えば図3の正規化器24)と、を設けるようにすることができる。

【0016】上述したノイズ係数算出手段は、所定の画素の近傍において、この入力画像の画像信号の輝度変化の方向が類似する画素が多い場合、上述したノイズ係数は比較的小さな値とするようにすることができる。

【0017】上述したノイズ係数算出手段は、所定の画素の近傍において、入力画像の輝度変化方向の類似する画素の輝度変化の大きさの総和を算出し、その値が大きい場合、上述したノイズ係数は比較的小さな値とするようにすることができる。

【0018】請求項7に記載のノイズ除去回路は、請求項5に記載のノイズ検出回路(例えば図7のノイズ検出回路31)と、入力画像の画像信号を、ローパスフィルタによって平滑化する平滑化手段(例えば図7の平滑化器32)と、このノイズ検出回路によって検出されるノイズ係数から算出される値に基づいて、画像信号と平滑化器が出力する平滑化信号に重みを付加し、その和を出力する重み付き加算手段(例えば図7の重み付き加算器33)と、を備えることを特徴とする。

【0019】請求項8に記載の輪郭強調回路は、請求項6に記載のノイズ検出回路(例えば図8のノイズ検出回路41)と、入力画像の画像信号の2次微分値から強調

信号を生成し、出力する強調信号生成手段(例えば図8の強調信号生成器42)と、このノイズ検出回路によって検出されるノイズ係数と強調信号を積算する積算手段(例えば図8の積算器43)と、この積算手段の出力(例えば図8の補正強調信号 $dy'$ )と、入力画像の画像信号を加算する加算手段(例えば図8の加算器44)と、を備えることを特徴とする。

【0020】請求項9に記載のノイズ除去回路は、入力画像の各位置において、入力画像の画像信号の輝度変化の方向を示す値(例えば図9の方向指標 $n$ )を検出する方向検出手段(例えば図9のフィルタメモリ51及び方向検出器52)と、この方向検出手段が検出した輝度変化の方向と直交する方向に平滑化処理を行う平滑化手段(例えば図9の適応型平滑化器54)と、を備えることを特徴とする。

【0021】この方向検出手段には、方向性の異なる複数の2次元2次微分フィルタ(例えば図10の2次元2次微分フィルタ $F_{H_n}$ )と、これらの2次元2次微分フィルタによってフィルタリングされた、入力画像の画像信号のフィルタ出力値の絶対値の最大値を検出し、検出結果に対応して、上述した入力画像の画像信号の輝度変化の方向を示す値を検出する方向検出器(例えば図9の方向検出器52)と、を設けるようにすることができる。

【0022】この2次元2次微分フィルタは、入力画像の画像信号の輝度が増加する方向に選択性を示すようにすることができる。

【0023】上述した平滑化手段には、方向性の異なる、複数の2次元ローパスフィルタ(例えば図12の2次元ローパスフィルタ $F_{L_n}$ )を設けるようにすることができる。

【0024】この方向検出手段(例えば図13の方向検出器52A)には、絶対値が最大である最大フィルタ出力値(例えば図13の $v$ )をさらに出力し、この最大フィルタ出力値が、正の値であるか、または負の値であるかを検出し、検出結果(例えば図13の $s$ )を平滑化手段(例えば図13の適応型平滑化器54A)に出力する位相検出器(例えば図13の位相検出器70)をさらに設けるようにすることができる。

【0025】上述した平滑化手段(例えば図13の適応型平滑化器54A)には、上述した2次元微分フィルタの選択性を示す方向と直交する方向にローパス特性を有する、複数の2次元ローパスフィルタ(例えば図12の $F_{L_n}$ )のフィルタ係数(例えば図12の $a_k$ )を記憶するメモリ(例えば図15の係数メモリ80)と、上述した位相検出器の検出結果に対応して、2次元ローパスフィルタのフィルタ係数を修正する係数修正器(例えば図15の係数修正器81)と、入力画像の画像信号(たとえば図15の $y_{in}^d$ )を遅延して出力する遅延器(例えば図15の遅延器82)と、係数修正器によって修正

されたフィルタ係数によって構成される2次元ローパスフィルタによって、入力画像の画像信号をフィルタリングする係数可変フィルタ（例えば図15の係数可変フィルタ83）と、を設けるようにすることができる。

【0026】この方向検出手段（例えば図18の方向検出器52B）には、最大フィルタ出力値の絶対値（例えば図18の $abs(v)$ ）をさらに出力させるようにすることができ、この平滑化手段（例えば図18の適応型平滑化器54B）には、最大フィルタ出力値の絶対値に基づいて、重み係数を算出する重み係数算出器（例えば図19の重み係数算出器90）と、上述した係数可変フィルタによってフィルタリングされた信号（例えば図19の $y_{out}$ ）と、上述した入力画像の画像信号とに、重み係数算出器が算出した重み係数に基づく値を付加し、その和を出力する重み付き加算器（例えば図19の重み付き加算器91）とを、さらに備えるようにすることができる。

#### 【0027】

【作用】請求項1に記載のノイズ検出回路においては、フィルタメモリ11に記憶されている方向性の異なる複数の2次元1次微分フィルタ $FH_n$ 及び勾配検出器12が、入力画像の画像信号の輝度変化の方向と大きさを検出し、ノイズ係数算出器13が、この入力画像の画像信号の輝度変化の方向と大きさに基づいて、ノイズ係数を算出する。したがって、ノイズ成分のみを正確に検出することができる。

【0028】請求項7に記載のノイズ除去回路においては、重み付き加算器33は、ノイズ検出回路31が検出するノイズ係数に基づいて、平滑化器32によって平滑化された平滑化信号または平滑化されない画像信号のいずれかに重みを負荷し、加算する。したがって、ノイズ成分のみを正確に除去することができる。

【0029】請求項8に記載の輪郭強調回路においては、ノイズ検出回路41が検出したノイズ係数から算出される値と、画像信号に対応して強調信号生成器42が生成した強調信号とが、積算器43において積算される。加算器44は、積算器43から入力される補正強調信号 $dy'$ と入力信号とを加算する。したがって、画像信号の輪郭強調を正確に行うことができる。

【0030】請求項9に記載のノイズ除去回路においては、フィルタメモリ51に記憶されている2次元2次微分フィルタ $FH$ 及び方向検出器52が輝度変化の方向を検出し、適応型平滑化器54が入力信号に対して、この輝度変化の方向に直交する方向に平滑化を施す。したがって、ノイズ成分のみを正確に除去することができる。

#### 【0031】

【実施例】以下、本発明の実施例を、図面を参照して説明する。

【0032】図1は、本発明のノイズ検出回路の一実施

例の構成を示す図である。AD変換器10は、アナログ信号の入力を受け、デジタル信号に変換して出力するようになされている。本実施例の場合、2次元画像を水平方向に走査することによって得られるアナログ輝度信号 $y_{in}^a$ が、AD変換器10に入力され、デジタル輝度データ $y_{in}^d$ に変換されてから出力される。フィルタメモリ11は、複数の2次元1次微分フィルタ $f h_n$ 。

（ $n$ （フィルタ番号）＝0, 1, 2, ...）を記憶しており、各フィルタ $f h_n$ は、それぞれ、異なる方向の輝度変化に選択性を示すように構成されている。これらの各フィルタにAD変換器10から出力されたデジタル輝度データ $y_{in}^d$ が入力され、それぞれのフィルタ出力が出力される。

【0033】図2は、このフィルタメモリ11に設けられている2次元1次微分フィルタ群の例を示す図である。これらの2次元1次微分フィルタ $f h_n$ は、入力されたデジタル輝度データ $y_{in}^d$ の輝度変化に対して、それぞれ、異なる方向の輝度変化に選択性を示す。なお、図においては、4個の2次微分1次フィルタのみが示されているが、これに限定されるものではない。

【0034】例えば、入力画像のエッジ方向が、画面の、上下方向に存在する場合、輝度が増加する方向は、左右方向となる。従って、このエッジは、図2（a）の $f h_0$ の2次元1次微分フィルタにより検出される。

【0035】同様に、図2（b）,（c）または（d）の2次元1次微分フィルタ $f h_1$ ,  $f h_2$ ,  $f h_3$ は、それぞれ、左上から右下方向の輝度変化、上下方向の輝度変化、または右上から左下方向への輝度変化に対して選択性を有している。

【0036】勾配検出器12は、フィルタメモリ11から出力される、複数のフィルタ出力の入力を受け、各フィルタ出力の絶対値を計算し、そのうちの最大値である最大微分絶対値 $abs(v)$ を求める。さらに、勾配検出器12は、最大微分絶対値 $abs(v)$ と、最大微分絶対値 $abs(v)$ を出力した2次元1次微分フィルタのフィルタ番号 $n$ とをノイズ係数検出器13に出力するようになされている。なお、最大微分絶対値 $abs(v)$ を与えるフィルタ番号 $n$ は、入力信号の輝度変化の方向を示す指標であり、以下、方向指標と記述する。

また、最大微分絶対値 $abs(v)$ は、以下、微分値 $abs(v)$ と記述する。

【0037】ノイズ係数算出器13は、勾配検出器12から、順次入力される微分値 $abs(v)$ に対して、勾配検出器12から入力される方向指標 $n$ に対応する平滑化処理を施し、この平滑化された微分値に基づいて、入力画像信号の輝度変化がノイズに起因する可能性を示す係数であるノイズ係数 $c$ を算出するようになされている。

【0038】図3は、ノイズ係数算出器13の構成例を示す図である。勾配検出器12から出力された方向指標

$n$ は、方向性の異なる複数の2次元ローパスフィルタ $FL_n$ のフィルタ係数 $a_k$  ( $k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$ )を記憶している係数メモリ20及び係数修正器21(後述する)に入力される。また、同様に、勾配検出器12から出力された微分値 $abs(v)$ は、遅延器22(後述する)に入力される。

【0039】係数メモリ20は、上述したように、方向性の異なる、複数の2次元ローパスフィルタ $FL_n$ のフィルタ係数 $a_k$ を記憶しており、入力された方向指標 $n$ に対応する2次元ローパスフィルタのフィルタ係数 $a_k$ を係数修正器21に入力するようになされている。

【0040】図4は、係数メモリ20に記憶されている2次元ローパスフィルタ $FL_n$ の例を示す図である。この2次元ローパスフィルタ $FL_n$ のフィルタ番号 $n$ は、フィルタメモリ11に記憶されている2次元1次微分フィルタ $fh_n$ のフィルタ番号 $n$ と対応している。例えば、入力された方向指標 $n$ が、 $n=1$

である場合(勾配検出器12が選択した2次元1次微分フィルタが $fh_1$ (図2(b))である場合)、係数メモリ20から出力される2次元ローパスフィルタのフィルタ係数は、図4(b)の $FL_1$ フィルタ係数となる。つまり、2次元1次微分フィルタ $fh_n$ が輝度変化に対して選択性を示す方向と直行する方向にローパス特性を有する2次元ローパスフィルタ $FL_n$ のフィルタ係数 $a_k$ が係数修正器21に入力されるようになされている。なお、図示したフィルタ係数 $a_k$  ( $=1$ )以外のフィルタ係数は0である。

【0041】係数修正器21は、係数メモリ20から入力された2次元ローパスフィルタ $FL_n$ のフィルタ係数 $a_k$ を、勾配検出器12から送られてきた方向指標 $n$ に基づいて、次のように修正するようになされている。

【0042】いま、係数メモリ20から出力された2次元ローパスフィルタ $FL_n$ のフィルタ係数を $a_{-2}, a_{-1}, a_0, a_1, a_2$ とする。このとき、 $a_0$ が、現在の注目画素に対応するフィルタ係数である。また、各フィルタ係数に対応する画素の方向指標 $n$ を、 $n_{-2}, n_{-1}, n_0, n_1, n_2$ とする。この場合、この係数修正器21は、次に示す(1)式を用いて、新しいフィルタ係数 $a'_k$  ( $k=-2, -1, 0, 1, 2$ )を算出する。

$$\begin{aligned} \text{【0043】 } a'_k &= a_k \quad (n_k = n_0) \\ a'_k &= 0 \quad (n_k \neq n_0) \end{aligned} \quad \dots (1)$$

【0044】すなわち、中央画素と輝度変化の方向が異なる(方向指標 $n$ の値が異なる)画素に対応するフィルタ係数はゼロに修正され、方向が同じ画素に対応するフィルタ係数は $a_k$ とされる。そして、この修正された新たなフィルタ係数 $a'_k$ が係数可変フィルタ23に入力される。

【0045】一方、遅延器22は、係数修正器21から

出力されるフィルタ係数 $a'_k$ との同期をとるため、勾配検出器12から送られた微分値 $abs(v)$ を、所定の時間だけ遅延して、係数可変フィルタ23に出力するようになされている。

【0046】係数可変フィルタ23は、係数修正器21が出力したフィルタ係数 $a'_k$ の inputsを受け、このフィルタ係数 $a'_k$ を用いた新たな2次元ローパスフィルタによって、微分値 $abs(v)$ のフィルタリングを行うようになされている。そして、その出力値 $v'$ を正規化器24に出力するようになされている。

【0047】正規化器24は、(2)式に示すように、入力された微分値 $v'$ を正規化し、その値を1から減ずることによってノイズ係数 $c$ を算出する。

【0048】

【数1】

$$C = \begin{cases} 0 & \dots v' < v_1 \\ 1 - \frac{v' - v_1}{v_2 - v_1} & \dots v_1 \leq v' < v_2 \\ 1 & \dots v' \geq v_2 \end{cases} \quad \dots (2)$$

( $v_1, v_2$ は、 $0 < v_1 < v_2$ を満たす正規化のための定数)

【0049】次に、図1に示す実施例の動作について説明する。アナログの輝度信号 $y_{in}^a$ がAD変換器10に入力され、デジタル輝度データ $y_{in}^d$ に変換され、フィルタメモリ11に入力される。フィルタメモリ11は、このデジタル輝度データ $y_{in}^d$ を、具備する2次元1次微分フィルタ $fh_n$ によってフィルタリングして、各々のフィルタ出力を勾配検出器12に入力する。

【0050】勾配検出器12は、フィルタメモリ11から送られた複数のフィルタ出力の絶対値を計算し、最大微分絶対値(微分値) $abs(v)$ をノイズ係数算出器13の遅延器22に、微分値 $abs(v)$ を与えた2次元1次微分フィルタ $fh_n$ のフィルタ番号(方向指標) $n$ をノイズ係数算出器13の係数メモリ20及び係数修正器21に、それぞれ入力する。係数メモリ20は、入力された方向指標 $n$ に対応する2次元ローパスフィルタ $FL_n$ のフィルタ係数 $a_k$ を、係数修正器21に入力する。係数修正器21に入力されたフィルタ係数 $a_k$ は、上述した(1)式に基づいて、新たなフィルタ係数 $a'_k$ に修正され、係数可変フィルタ23に入力される。

【0051】例えば、いま、画像上の位置( $i, j$ )近傍の方向指標 $n$ が、図5に示すように分布しているものとする。位置( $i, j$ )の方向指標 $n$ が1であるので、係数メモリ20から係数修正器21に、図4(b)に示す2次元ローパスフィルタ $FL_1$ の係数 $a_k$ が入力される。図5に示すように、位置( $i+1, j-1$ )における方向指標 $n$ は、位置( $i, j$ )の方向指標と異なる方向性を示す0であるので、(1)式より、フィルタ係数 $a_1$ は1から0に修正され、 $a'_1$ として出力される(図6)。



【0052】これに対して、位置  $(i-1, j+2)$ ,  $(i, j)$ ,  $(i+2, j-2)$  の方向指標  $n$  は1であるから、フィルタ係数  $a_{-2}$ ,  $a_{-1}$ ,  $a_0$ ,  $a_2$  は、そのまま1とされ、係数  $a'_{-2}$ ,  $a'_{-1}$ ,  $a'_0$ ,  $a'_2$  として出力される(図6)。

【0053】係数修正器21によって修正され、出力された新たなフィルタ係数  $a'_x$  と、このフィルタ係数  $a'_x$  と同期するために、遅延器22によって所定時間遅延された微分値  $ab_s(v)$  は、係数可変フィルタ23に10 入力される。係数可変フィルタ23は、フィルタ係数  $a'_x$  を用いて、微分値  $ab_s(v)$  をフィルタリングする。すなわち、係数可変フィルタ23は、中央画素の近傍領域、つまり、中央画素のエッジ方向に沿って並ぶ  $N$  個(本実施例の場合は、図4に示すように5個)の画素の集合の中で、中央画素と同じ輝度変化方向を持つ画素の微分値  $ab_s(v)$  の和を計算する。係数可変フィルタ23は、その出力値  $v'$  を正規化器24に15 入力する。正規化器24は、入力された  $v'$  から、上述した(2)式を用いて、ノイズ係数  $c$  を算出し、出力する。

【0054】従って、中央画素の近傍領域に、同じ輝度変化方向を持つ画素が多い場合には、係数可変フィルタ23の出力値  $v'$  は大きくなり、正規化器24によって算出されるノイズ係数  $c$  の値は、小さくなり、ノイズが少ないことが判る。一方、中央画素の近傍領域における各画素の輝度変化方向がバラツキを有する場合には、

$$y^{d_{out}} = (1-c) \cdot y^{d_{in}} + c \cdot y_{ave} \quad \dots (3)$$

【0058】上述した(3)式で用いられる重み係数は、ノイズ係数  $c$  そのものであり、ノイズ係数  $c$  が大きい場合(ノイズが多い場合)、平滑化輝度データ  $y_{ave}$  の重み( $c$ )を大きくし、ノイズ係数  $c$  が小さい場合(ノイズが少ない場合)、このノイズ除去回路に入力されたデジタル輝度データ  $y^{d_{in}}$  そのものの重み( $1-c$ )を大きくする。つまり、ノイズ係数  $c$  の大きな場所ほど、より強い平滑化が施される。

【0059】重み付き加算器33において算出された重み付き平均値  $y^{d_{out}}$  は、DA変換器34に出力される。DA変換器34は、 $y^{d_{out}}$  をアナログ輝度信号  $y^{a_{out}}$  に変換して出力する。

【0060】従って、ノイズ検出回路31が出力するノイズ係数  $c$  をもとに、ノイズを除去するので、意味のある(ノイズ成分ではない)高周波数の信号成分を減衰させることなく、ノイズを除去することができる。 ※

$$C = \begin{cases} 0 & \dots v' < v_1 \\ \frac{v' - v_1}{v_2 - v_1} & \dots v_1 \leq v' < v_2 \\ 1 & \dots v' \geq v_2 \end{cases} \quad \dots (4)$$

【0064】つまり、 $v'$  の正規化処理((2)式の右辺の第2項の演算)のみが行われ、その値がノイズ係数

\*  $v'$  は相対的に小さくなり、ノイズ係数  $c$  の値は大きくなり、ノイズが多いことが判る。従って、ノイズ係数  $c$  の大きさから、正確にノイズを検出することが可能となる。

【0055】図7は、本発明のノイズ除去回路の一実施例の構成を示す図である。AD変換器30は、図1に示すAD変換器10と同様に、アナログ輝度信号  $y^{a_{in}}$  をデジタル輝度データ  $y^{d_{in}}$  に変換し、ノイズ検出回路31、平滑化器32及び重み付き加算器33に15 入力するようになっている。ノイズ検出回路31は、図1及び図3に示す構成と、ほぼ同様の構成を有し(AD変換器10を除く構成を有し)、検出されたノイズ係数  $c$  を重み付き加算器33に15 入力するようになっている。平滑化器32は、ローパスフィルタ等によって構成されており、入力されたデジタル輝度データ  $y^{d_{in}}$  を平滑化し、その平滑化輝度データ  $y_{ave}$  を、重み付き加算器33に15 入力するようになっている。

【0056】重み付き加算器33は、ノイズ検出回路31から入力されたノイズ係数  $c$  を用いて、デジタル輝度データ  $y^{d_{in}}$  と平滑化輝度データ  $y_{ave}$  の重み付き平均値  $y^{d_{out}}$  を算出するようになっている。次に示す(3)式に、この重み付き平均値  $y^{d_{out}}$  を算出するための式を示す。

【0057】

※【0061】図8は、本発明の輪郭強調回路の一実施例の構成を示す図である。AD変換器40は、図1に示すAD変換器10と同様に、入力されるアナログ輝度信号  $y^{a_{in}}$  をデジタル輝度データ  $y^{d_{in}}$  に変換して、ノイズ検出回路41、強調信号生成器42及び加算器44に20 出力するようになっている。ノイズ検出回路41は、図1と図3に示すノイズ検出回路とほぼ同様の構成を有している。(ただし、AD変換器10は含まない)が、正規化器24において算出されるノイズ係数  $c$  は、(2)式において算出されるノイズ係数とは異なっている。

【0062】すなわち、この実施例(ノイズ検出回路41)の正規化器24において算出されるノイズ係数  $c$  の算出式は、次に示す(4)式ようになる。

【0063】

【数2】

$c$  として、そのまま出力される。従って、この場合においては、ノイズ係数  $c$  が小さいほど、各位置における輝

度変化がノイズによるものである可能性が高いことを示す。そして、ノイズ検出回路41は、(4)式によって求められたノイズ係数 $c$ を積算器43に入力する。

【0065】強調信号生成器42は、例えば、入力されたデジタル輝度データ $y^d_{in}$ の2次微分値の計算を行い、その2次微分値を強調信号 $dy$ として積算器43に入力する。

【0066】積算器43は、ノイズ検出回路41から入力されたノイズ係数 $c$ と、強調信号生成器42から入力された強調信号 $dy$ との積を計算し、補正強調信号 $dy'$ として加算器44に出力する。従って、強調信号生成器42から出力された強調信号 $dy$ が、ノイズ成分を強調した強調信号である場合は、値の小さなノイズ係数が積算され、相対的に小さな補正強調信号 $dy'$ として出力され、 $dy$ が意味のある(ノイズ成分ではない)信号を強調した強調信号である場合は、値の大きなノイズ係数が積算され、相対的に大きな補正強調信号 $dy'$ として出力される。

【0067】加算器44は、デジタル輝度データ $y^d_{in}$ と、積算器43から入力された補正強調信号 $dy'$ とを加算し、輪郭強調の施されたデジタル輝度データ $y^d_{out}$ をDA変換器45に出力する。DA変換器45は、デジタル輝度データ $y^d_{out}$ をアナログ輝度信号 $y^a_{out}$ に変換して出力する。

【0068】従って、ノイズ成分を増幅することなく輪郭強調を行うことができる。

【0069】以上の実施例においては、ノイズ検出回路を用いて、ノイズ係数 $c$ を算出し、そのノイズ係数をもとにノイズ除去または輪郭強調を行う場合について述べてきたが、ノイズ係数 $c$ を算出せずにノイズ除去回路を構成することも可能である。図9は、この場合のノイズ除去回路の実施例を表している。

【0070】図9において、AD変換器50は、アナログ輝度信号 $y^a_{in}$ をデジタル輝度データ $y^d_{in}$ に変換して、フィルタメモリ51及び遅延器53に入力するようになされている。フィルタメモリ51には、図10に示す、異なる方向性を有する複数の2次元2次微分フィルタ $FH_n$ ( $n$ (フィルタ番号) $=0, 1, 2, \dots$ )が設けられている。これらの2次元2次微分フィルタ $FH_n$ は、それぞれ異なる方向の輝度変化に選択性を有している。フィルタメモリ51の2次元2次微分フィルタ $FH_n$ は、入力されたデジタル輝度データ $y^d_{in}$ を処理し、フィルタ出力として、それぞれ方向検出器52に出力する。

【0071】なお、2次元2次微分フィルタを使用するのは、以下の実施例において、エッジに対する相対的な位置情報(位相情報)(後述する)を得るためである。

【0072】方向検出器52は、図1に示す勾配検出器12とほぼ同様の構成を有し、各フィルタ出力の絶対値を算出して、そのうちの最大値を検出し、その最大値を

与える2次元2次微分フィルタ $FL$ のフィルタ番号 $n$ を、適応型平滑化器54に入力するようになされている。ただし、このとき、勾配検出器12のように、フィルタ出力の絶対値の最大値は出力しない。また、出力されるフィルタ番号 $n$ は、輝度変化の方向を示す指標であるので、本実施例においても、以下、方向指標として示す。

【0073】遅延器53は、デジタル輝度データ $y^d_{in}$ を、方向指標 $n$ と同期させるために、所定時間だけ遅延させた後、適応型平滑化器54に入力するようになされている。

【0074】適応型平滑化器54は、方向検出器52によって検出されたエッジ方向(輝度変化の方向と直行する方向)に沿って、つまり、方向検出器52から入力された方向指標 $n$ に対応して、デジタル輝度データ $y^d_{in}$ に平滑化処理を施し、平滑化デジタル輝度データ $y^d_{out}$ をDA変換器55に出力するようになされている。

【0075】DA変換器55は、平滑化輝度データ $y^d_{out}$ を、アナログ輝度信号 $y^a_{out}$ に変換し、出力するようになされている。

【0076】次に、適応型平滑化器54の説明をする。適応型平滑化器54は、図11に示すように、フィルタ選択器60及びフィルタメモリ61によって構成されている。フィルタ選択器60は、方向検出器52から方向指標 $n$ の入力を受け、AD変換器50からデジタル輝度信号 $y^d_{in}$ の入力を受ける。そして、フィルタメモリ61に記憶されている、異なる方向性を有する複数の2次元ローパスフィルタ $FL_n$ ( $n$ はフィルタ番号(方向指標))のうちから、入力された方向指標 $n$ に対応する2次元ローパスフィルタ $FL_n$ を選択して、デジタル輝度信号 $y^d_{in}$ を、選択した2次元ローパスフィルタ $FL_n$ に入力するようになされている。

【0077】フィルタメモリ61は、上述したように、異なる方向性を有する複数の2次元ローパスフィルタ $FL_n$ を記憶している。図12は、フィルタメモリ61が記憶している2次元ローパスフィルタ $FL_n$ の構成例を示す図である。図においては、4個のフィルタのみが示されているが、より多くのフィルタを記憶させることができるのは、もとよりである。本実施例においても、上述した場合と同様に、フィルタ選択器60に入力された方向指標 $n$ が0乃至3の場合、それぞれ、図12(a)乃至(d)に示す $FL_0$ 乃至 $FL_3$ に、デジタル輝度データ $y^d_{in}$ が入力され、そのフィルタ出力が、上述した平滑化輝度データ $y^d_{out}$ として出力されるようになされている。

【0078】つまり、方向検出器52によって得られたエッジ方向に沿って平滑化を行うことになる。

【0079】次に、本実施例の動作について説明する。アナログ輝度信号 $y^a_{in}$ はAD変換器50によって、デ

10

20

30

40

50



ィジタル輝度データ  $y^d_{in}$  に変換され、フィルタメモリ 51 及び遅延器 53 に入力される。フィルタメモリ 51 に入力された、ディジタル輝度データ  $y^d_{in}$  は、フィルタメモリ 51 に記憶されている、それぞれ異なる方向性を有する、複数の 2 次元 2 次微分フィルタ  $FH_n$  によってフィルタリングされ、その出力値が方向検出器 52 に出力される。

【0080】方向検出器 52 は、入力された複数のフィルタ出力の絶対値を計算し、そのうちの最大値を検出し、この最大値を与える 2 次元 2 次微分フィルタのフィルタ番号（方向指標） $n$  を適応型平滑化器 54 に入力する。一方、遅延器 53 に入力されたディジタル輝度データ  $y^d_{in}$  は、方向指標  $n$  との同期をとるため、所定時間遅延された後、適応型平滑化器 54 に入力される。

【0081】適応型平滑化器 54 に入力されたディジタル輝度データ  $y^d_{in}$  と方向指標  $n$  は、適応型平滑化器 54 内のフィルタ選択器 60 に入力される。フィルタ選択器 60 は、フィルタメモリ 61 に記憶されている 2 次元ローパスフィルタ  $FL_n$  のうち、方向指標  $n$  に対応するフィルタを選択して、ディジタル輝度データ  $y^d_{in}$  を入

力する。  
【0082】例えば、方向検出器 52 が検出した、2 次元 2 次微分フィルタのフィルタ出力の最大絶対値を与える 2 次元 2 次微分フィルタが  $FH_1$ （図 10（b））である場合、方向検出器 52 からフィルタ選択器 60 に、方向指標 1 が入力される。フィルタ選択器 60 は、2 次元ローパスフィルタ  $FL_1$ （図 12（b））を選択して、そこに、ディジタル輝度データ  $y^d_{in}$  を入力する。

【0083】フィルタメモリ 61 に入力されたディジタル輝度データ  $y^d_{in}$  は、フィルタ選択器 60 によって選択された 2 次元ローパスフィルタ  $FL_n$  によって平滑化され、平滑化信号  $y^d_{out}$  として、DA 変換器 55 に入力される。さらに、この平滑化信号  $y^d_{out}$  は、DA 変換器 55 によって、アナログ輝度信号  $y^a_{out}$  に変換され、出力される。

【0084】従って、このノイズ除去回路に入力された画像は、輝度変化の方向と直行する方向（エッジ方向）に沿った平滑化処理が施され、信号成分（ノイズ成分ではない成分）を減衰させることなく、ノイズを除去することができる。

【0085】図 13 は、本発明のノイズ除去回路の他の実施例の構成を示す図である。本実施例のノイズ除去回路は、図 9 に示すノイズ除去回路とほぼ同様の構成を有しており、図 9 と同様の構成部については、同じ符号を付し、適宜説明を省略する。アナログ輝度信号  $y^a_{in}$  は、AD 変換器 50 により、ディジタル輝度データ  $y^d_{in}$  に変換され、フィルタメモリ 51 及び遅延器 53 に入力される。

【0086】フィルタメモリ 51 に入力されたディジタル輝度データ  $y^d_{in}$  は、フィルタメモリ 51 に記憶され

ている 2 次元 2 次微分フィルタ  $FH_n$ （図 10）によってフィルタリングされ、そのフィルタ出力が方向検出器 52A に入力される。方向検出器 52A は、入力された複数のフィルタ出力の絶対値を計算し、そのうちの最大値を与える 2 次元 2 次微分フィルタ  $FH_n$  のフィルタ番号（方向指標） $n$  を適応型平滑化器 54A に入力し、そのフィルタ出力値  $v$  を位相検出器 70 に入力する。

【0087】位相検出器 70 は、入力されたフィルタ出力値  $v$  が、正の値であるか、または負の値であるのかを判定する。そして、このフィルタ出力値  $v$  が正の値である場合は、微分符号  $s = 1$  を適応型平滑化器 54A に入力し、 $v$  が負の値である場合は、微分符号  $s = 0$  を適応型平滑化器 54A に入力する。

【0088】図 14 は、所定のエッジの近傍におけるフィルタ出力値の符号を示す図である。エッジを境にして、その両側では、フィルタ出力値の符号が異なる。つまり、位相検出器 70 は、入力されたフィルタ出力値の、エッジに対する相対的な位置情報（位相情報）を検出し、微分符号  $s$ （1 または 0）を適応型平滑化器 54A に入力する。

【0089】遅延器 53 は、ディジタル輝度データ  $y^d_{in}$  を、方向指標  $n$  及び微分符号  $s$  に同期させるために、所定時間遅延して適応型平滑化器 54A に入力する。図 15 は、適応型平滑化器 54A の構成例を示す図である。

【0090】適応型平滑化器 54A は、図 9 に示す実施例の場合と同様に、方向検出器 52A から入力された方向指標  $n$  によって、ディジタル輝度データ  $y^d_{in}$  に対して、輝度変化の方向と異なる方向に平滑化処理を施すが、さらにその平滑化の範囲をエッジ近傍の微分符号  $s$  によって変化させる。また、適応型平滑化器 54A の構成は、図 9 に示す適応型平滑化器 54 の構成と異なり、係数メモリ 80、係数修正器 81、遅延器 82 及び係数可変フィルタ 83 によって構成されている。方向指標  $n$  は係数メモリ 80 に、微分符号  $s$  は係数修正器 81 に、ディジタル輝度データ  $y^d_{in}$  は遅延器 82 に、それぞれ入力される。

【0091】係数メモリ 80 には、図 12 に示すような複数の異なる方向性を有するローパスフィルタ  $FL_n$  のフィルタ係数  $a_k$ （ $k = -2, -1, 0, 1, 2$ ）が記憶されており、方向指標  $n$  が入力されると、それに対応するローパスフィルタ  $FL_n$  のフィルタ係数  $a_k$  が検出され、係数修正器 81 に入力される。

【0092】係数修正器 81 は、係数メモリ 80 から入力されたフィルタ係数  $a_k$  を、微分符号  $s$  に基づいて次のように修正する。係数メモリ 80 から入力された 2 次元ローパスフィルタ  $FL_n$  のフィルタ係数を  $a_{-2}, a_{-1}, a_0, a_1, a_2$  とする。 $a_0$  が、現在の注目画素に対応するフィルタ係数である。また、各フィルタ係数に対応する画素の微分符号を  $s_{-2}, s_{-1}, s_0, s_1, s_2$  とする。

とする。このとき、新しいフィルタ係数  $a'_k$  ( $k = -2, -1, 0, 1, 2$ ) は、次の (5), (6), (7) 式を用いて算出される。

$$a'_k = \left[ \prod_{i=0}^k f(s_0, s_i) \right] \times a_k \quad \cdots(5)$$

【0094】

※ ※ 【数4】

$$f(\alpha, \beta) = \begin{cases} 0 & \alpha \neq \beta \\ 1 & \alpha = \beta \end{cases} \quad \cdots(6)$$

【0095】

★ ★ 【数5】

$$\prod_{i=0}^k \alpha_i = \alpha_0 \times \alpha_1 \times \cdots \times \alpha_k \quad \cdots(7)$$

【0096】 (5), (6) 及び (7) 式によって、修正されるフィルタ係数  $a_k$  が、フィルタ係数  $a_0$  (中心画素) における微分符号と同じ微分符号である場合、新たなフィルタ係数  $a'_k$  に、もとのフィルタ係数  $a_k$  が代入され、異なる微分符号である場合は、新たなフィルタ係数  $a'_k$  に 0 が代入される。

【0097】 また、上記の (5), (6) 及び (7) 式によって修正されたフィルタ係数が、 $a'_0$  に対して対称にならない場合 ( $a'_1$  と  $a'_{-1}$  のいずれか一方のみが 0 になっている場合) は、中央画素の位相がずれない☆

$$M = \sum_{i=-N}^N a'_k \quad \cdots(9)$$

【0100】 (8), (9) 式によって得られる

$a'_{-2}, a'_{-1}, a'_0, a'_1, a'_2$  の総和は 1 となる。

【0101】 例えば、画像上の所定の位置 ( $i, j$ ) 近傍の微分符号が、図 16 に示すように分布しているものとする。この微分符号が係数修正器 81 に入力され、この所定の位置 ( $i, j$ ) の方向指標  $n$  として 1 が、係数メモリ 80 に入力された場合、係数メモリ 80 は、図 12 に示す 2 次元ローパスフィルタ FL から図 12

(b) の FL を選択し、そのフィルタ係数  $a_k$  ( $k = -2, -1, 0, 1, 2$ ) を、係数修正器 81 に入力する。

【0102】 係数修正器 81 は、(5) 式乃至 (9) 式に従って、フィルタ係数  $a_k$  の修正を行い、新たなフィルタ係数  $a'_k$  を算出する。図 17 は、係数修正器 81 によって、行われる 2 次元ローパスフィルタ FL のフィルタ係数  $a_k$  の修正を説明する図である。図 17

(a) は、修正前のフィルタ係数  $a_k$  である。上述した (5) 式乃至 (7) 式によって、各フィルタ係数が修正され、図 17 (b) に示す係数  $a'_k$  となる。

【0103】 例えば、図 17 (b) に示す  $a'_{-2}$  は、次のように算出される。

☆ように、0 ではない方のフィルタ係数を強制的に 0 にする修正が係数修正器 81 において行われる。さらに、 $a'_{-2}, a'_{-1}, a'_0, a'_1, a'_2$  の総和が 1 にならない場合においては、(8), (9) 式によって、フィルタ係数の総和を 1 とすべく、正規化を行う。

【0098】

$$a'_k = a'_k / M \quad \cdots (8)$$

【0099】

【数6】

【0104】

【数7】

$$\begin{aligned} a'_{-2} &= \left[ \prod_{i=0}^2 f(s_0, s_i) \right] \times a_{-2} \\ &= 1 \times 1 \times 1 \times 0.2 \\ &= 0.2 \end{aligned}$$

【0105】 同様にして、 $a'_{-1}$  乃至  $a'_1$  は 0.2、 $a'_2$  は 0 となる。しかし、図 17 (b) に示すように、 $a'_{-2}$  と  $a'_2$  とが異なる値であるので、0 ではない  $a'_{-2}$  を 0 とする。さらに、修正したフィルタ係数の総和が 1 となっていないので、(8) 及び (9) 式を用いて正規化を行う。この場合、次のように、各フィルタ係数  $a'_k$  が求められる。

【0106】

【数8】

$$a'_k = \frac{a'_k}{\sum_{i=-2}^{19} a'_k} = \frac{a'_k}{0.6}$$

【0107】図17(c)に、正規化を行ったフィルタ係数 $a'_k$ を示す。このフィルタ係数が係数可変フィルタ83に入力される。

【0108】一方、遅延器82に入力されたデジタル輝度データ $y^d_{in}$ は、フィルタ係数 $a'_k$ と同期をとるため、所定時間遅延された後、係数可変フィルタ83に入力される。

【0109】係数可変フィルタ83は、修正されたフィルタ係数 $a'_k$ による2次元ローパスフィルタFLを用いて、デジタル輝度データ $y^d_{in}$ を平滑化して、DA変換器55に、平滑化輝度データ $y^d_{out}$ を入力する。従って、エッジ方向に沿って類似した位相情報を持つ領域においてのみ平滑化処理を施している。

【0110】図18は、本発明のノイズ除去回路の他の実施例の構成を示す図である。本実施例のノイズ除去回路は、図13に示すノイズ除去回路とほぼ同様の構成を有しており、同様の構成部については、同じ符号を付して、適宜説明を省略する。AD変換器50により、アナログ輝度信号 $y^a_{in}$ が、デジタル輝度データ $y^d_{in}$ に変換され、フィルタメモリ51及び遅延器53に入力される。

【0111】フィルタメモリ51に入力されたデジタル輝度データ $y^d_{in}$ は、

$$p = \begin{cases} 0 & \dots \text{abs}(v) < v_1 \\ \frac{\text{abs}(v) - v_1}{v_2 - v_1} & \dots v_1 \leq \text{abs}(v) < v_2 \\ 1 & \dots \text{abs}(v) \geq v_2 \end{cases} \quad \dots(10)$$

【0117】ここで、 $v_1$ 、 $v_2$ は、上述したように、正規化のための $v_1 < v_2$ を満たす正の定数である。

【0118】重み係数算出器90は、この重み係数 $p$ を重み付き加算器91に入力する。係数可変フィルタ83は、図15における場合と同様の処理を行うが、本実施例においては、係数可変フィルタ83から出力される平滑化輝度データを $y_{ave}$ とし、この $y_{ave}$ は、重み付き※

$$y^d_{out} = p \cdot y_{ave} + (1-p) \cdot y^d_{in} \quad \dots(11)$$

【0121】したがって、微分値 $abs(v)$ の大きな場所で、強い平滑化が施され、特にエッジ部分で発生するドット妨害等のノイズを選択的に除去することができる。

【0122】なお、本発明は、これらの実施例に限定されず、例えば、色差信号におけるノイズの検出、除去等

※ル輝度データ $y^d_{in}$ は、フィルタメモリ51に記憶されている2次元2次微分フィルタFH。(図10)によってフィルタリングされ、そのフィルタ出力が方向検出器52Bに入力される。方向検出器52Bは、入力された複数のフィルタ出力の絶対値を計算し、そのうちの最大値を与える2次元2次微分フィルタFHのフィルタ番号(方向指標) $n$ を適応型平滑化器54Bに出力し、そのフィルタ出力値 $v$ を位相検出器70に入力する。

【0112】また、方向検出器52Bは、計算したフィルタ出力の絶対値の最大値(以下、微分値と記す) $abs(v)$ を適応型平滑化器54Bに入力する。

【0113】位相検出器70は、入力されたフィルタ出力値 $v$ が、正の値であるか、または負の値であるのかを判定する。そして、このフィルタ出力値 $v$ が正の値である場合は、微分符号 $s=1$ を適応型平滑化器54Bに入力し、 $v$ が負の値である場合は、微分符号 $s=0$ を適応型平滑化器54Bに入力する。

【0114】適応型平滑化器54Bは、図19に示すように、図15に示す適応型平滑化器54Aの構成に、重み係数算出器90と重み付き加算器91を加えた構成となっている。方向検出器52Bから出力された微分値 $abs(v)$ は重み係数算出器90に入力される。また、遅延器82は、入力されたデジタル輝度データ $y^d_{in}$ を係数可変フィルタ83及び重み付き加算器91に入力する。

【0115】重み係数算出器90は、次に示す(10)式を用いて、重み係数 $p$ を算出する。

【0116】

【数9】

※加算器91に入力される。

【0119】重み付き加算器91は、重み係数算出器90が算出した重み係数 $p$ を用い、入力されたデジタル輝度データ $y^d_{in}$ と平滑化輝度データ $y_{ave}$ との、重み付き平均値である $y^d_{out}$ を、次に示す(11)式によって算出し、DA変換器55に出力する。

【0120】

$$\dots(11)$$

にも用いることができる。

【0123】

【発明の効果】以上のように、請求項1の発明によれば、勾配検出手段が検出した入力画像の画像信号の輝度変化の方向及び大きさを示す値をもとに、ノイズ係数算出手段がノイズ係数を算出するようにしたので、ノイズ



成分のみを正確に検出することができる。

【0124】請求項7に記載のノイズ除去回路においては、ノイズ検出回路が検出したノイズ係数に基づいて、重み付き加算器が、平滑化器によって平滑化された平滑化信号か、または平滑化されない画像信号に重みを負荷し、加算するようにしたので、ノイズ成分のみを正確に除去することができる。

【0125】請求項8に記載の輪郭強調手段においては、積算器が、ノイズ検出回路が検出したノイズ係数と、強調信号生成器が画像信号に対応して生成した強調信号とを積算し、加算器が、その積算値と入力信号を加算するようにしたので、画像信号の輪郭強調を正確に行うことができる。

【0126】請求項9に記載のノイズ除去回路においては、方向検出手段が検出した入力画像の各位置における画像信号の輝度変化の方向と直交する方向に、平滑化手段が平滑化処理を施すようにしたので、ノイズ成分のみを正確に除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のノイズ検出回路の一実施例の構成を示す図である。

【図2】図1のフィルタメモリ11に記憶されている2次元1次微分フィルタの構成例を示す図である。

【図3】図1のノイズ係数算出器13の内部の構成を示す図である。

【図4】図3の係数メモリ20に記憶されている2次元ローパスフィルタの構成を示す図である。

【図5】画像上の位置(i, j)の近傍の方向指標nの分布状態を示す図である。

【図6】図4(b)に示す2次元ローパスフィルタFLのフィルタ係数の修正を説明する図である。

【図7】本発明のノイズ除去回路の一実施例の構成を示す図である。

【図8】本発明の輪郭強調回路の一実施例の構成を示す図である。

【図9】本発明のノイズ除去回路の他の実施例の構成を示す図である。

【図10】図9に示すフィルタメモリ51に記憶されている2次元2次微分フィルタの構成例を示す図である。

【図11】図9に示す適応型平滑化器54の内部の構成を示す図である。

【図12】図11に示すフィルタメモリ61に記憶されている2次元ローパスフィルタの構成例を示す図である。

【図13】本発明のノイズ除去回路の他の実施例の構成を示す図である。

【図14】エッジ近傍における微分符号の状態を示す図である。

【図15】図13に示す適応型平滑化器54Aの内部の

構成を示す図である。

【図16】画面上の位置(i, j)の近傍の微分符号の分布状態を示す図である。

【図17】図12(b)に示す2次元ローパスフィルタFLのフィルタ係数の、図15に示す係数修正器81による修正を説明する図である。

【図18】本発明のノイズ除去回路の他の実施例の構成を示す図である。

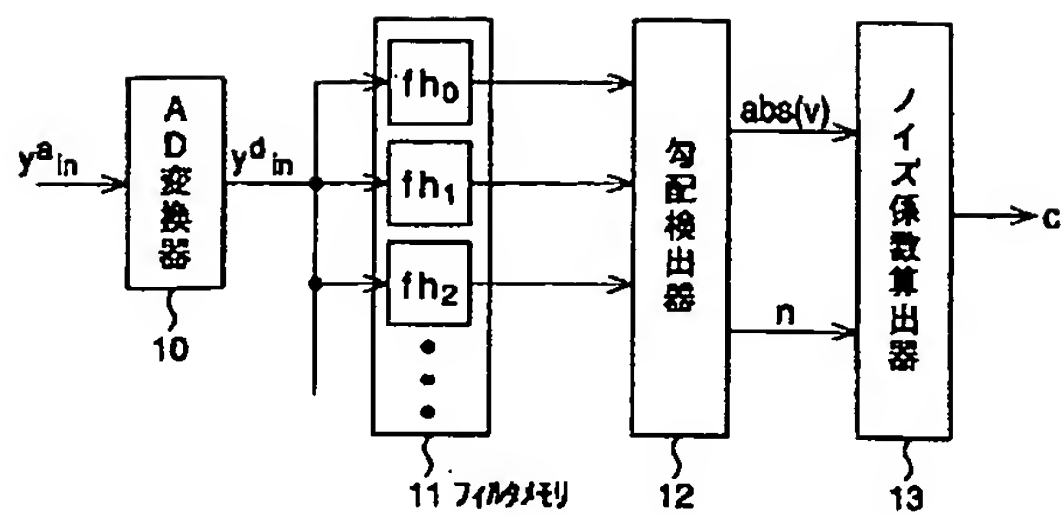
【図19】図18に示す適応型平滑化器54Bの内部の構成を説明する図である。

【図20】入力信号の2次微分値に対応して出力される強調信号を説明する図である。

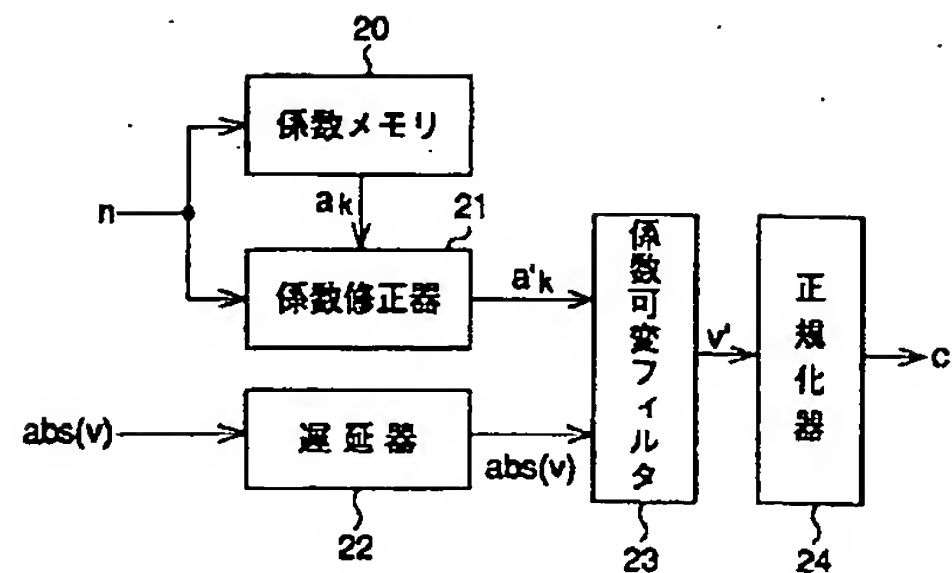
【符号の説明】

- 10 AD変換器
- 11 フィルタメモリ
- 12 勾配検出器
- 13 ノイズ係数算出器
- 20 係数メモリ
- 21 係数修正器
- 22 遅延器
- 23 係数可変フィルタ
- 24 正規化器
- 30 AD変換器
- 31 ノイズ検出回路
- 32 平滑化器
- 33 重み付き加算器
- 34 DA変換器
- 40 AD変換器
- 41 ノイズ検出回路
- 42 強制信号生成器
- 43 積算器
- 44 加算器
- 45 DA変換器
- 50 AD変換器
- 51 フィルタメモリ
- 52, 52A, 52B 方向検出器
- 53 遅延器
- 54, 54A, 54B 適応型平滑化器
- 55 DA変換器
- 60 フィルタ選択器
- 61 フィルタメモリ
- 70 位相検出器
- 80 係数メモリ
- 81 係数修正器
- 82 遅延器
- 83 係数可変フィルタ
- 90 重み係数算出器
- 91 重み付き加算器

【図1】

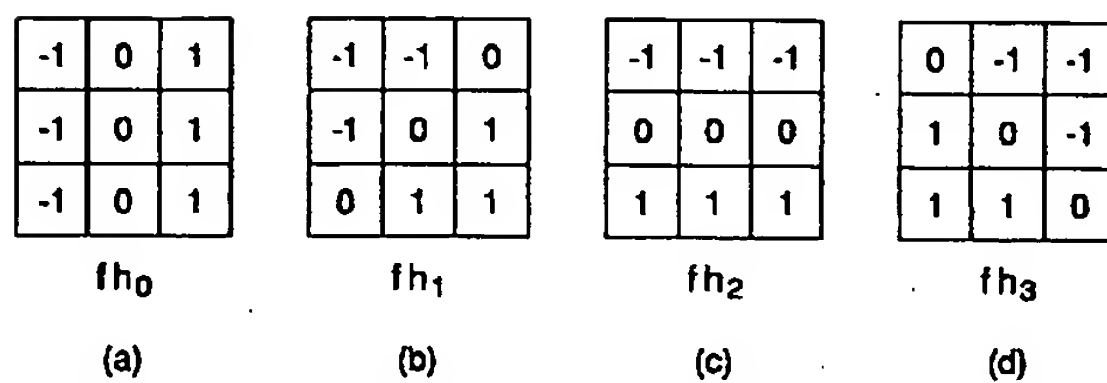


【図3】



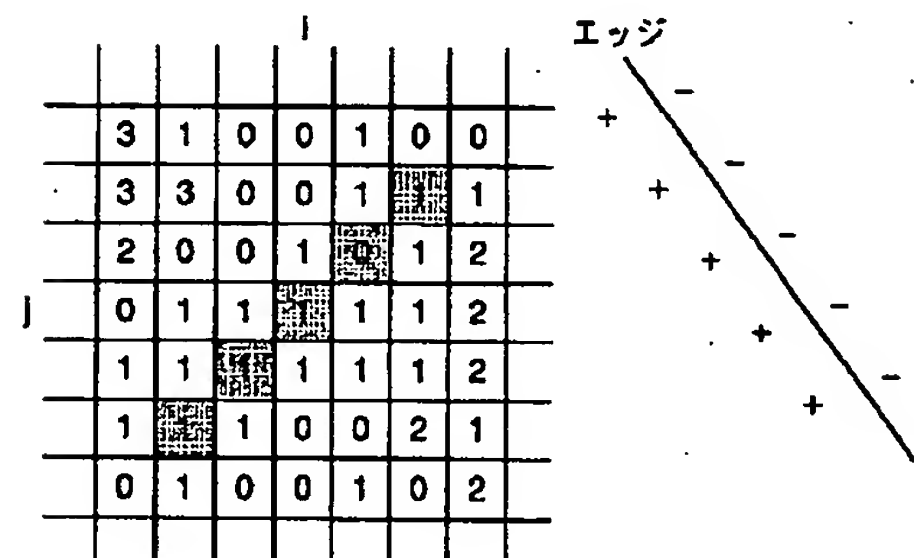
ノイズ係数算出器 13

【図2】

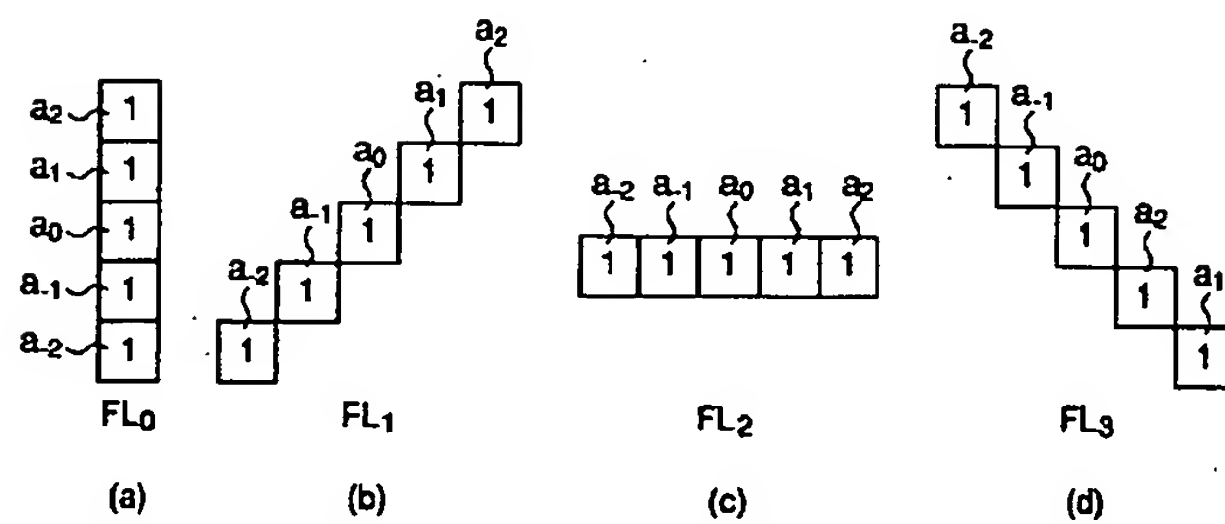


【図5】

【図14】

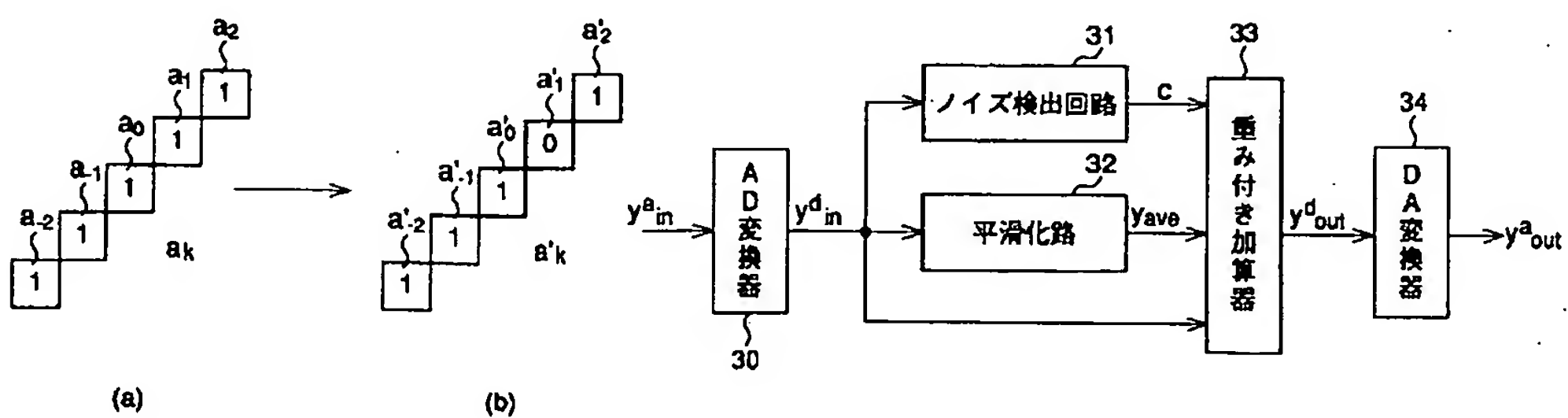


【図4】

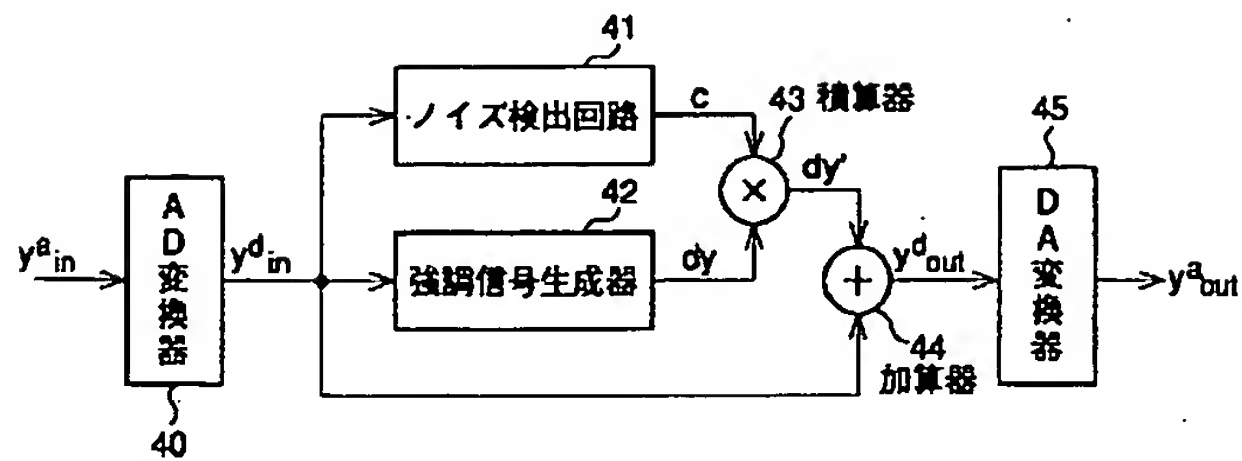


【図6】

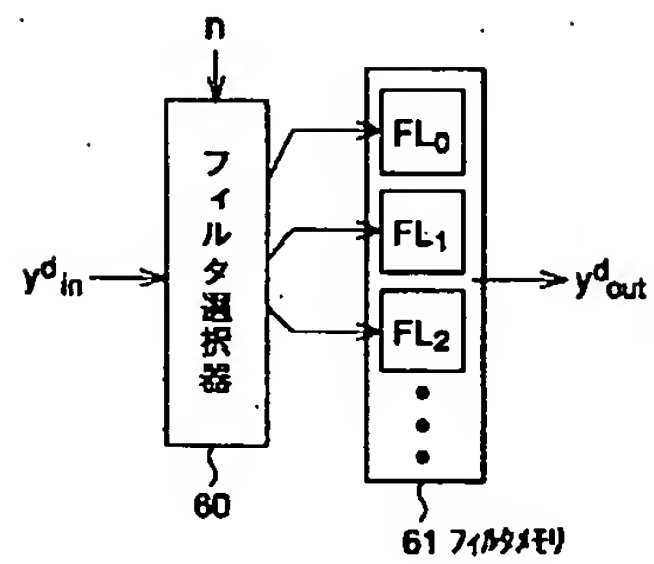
【図7】



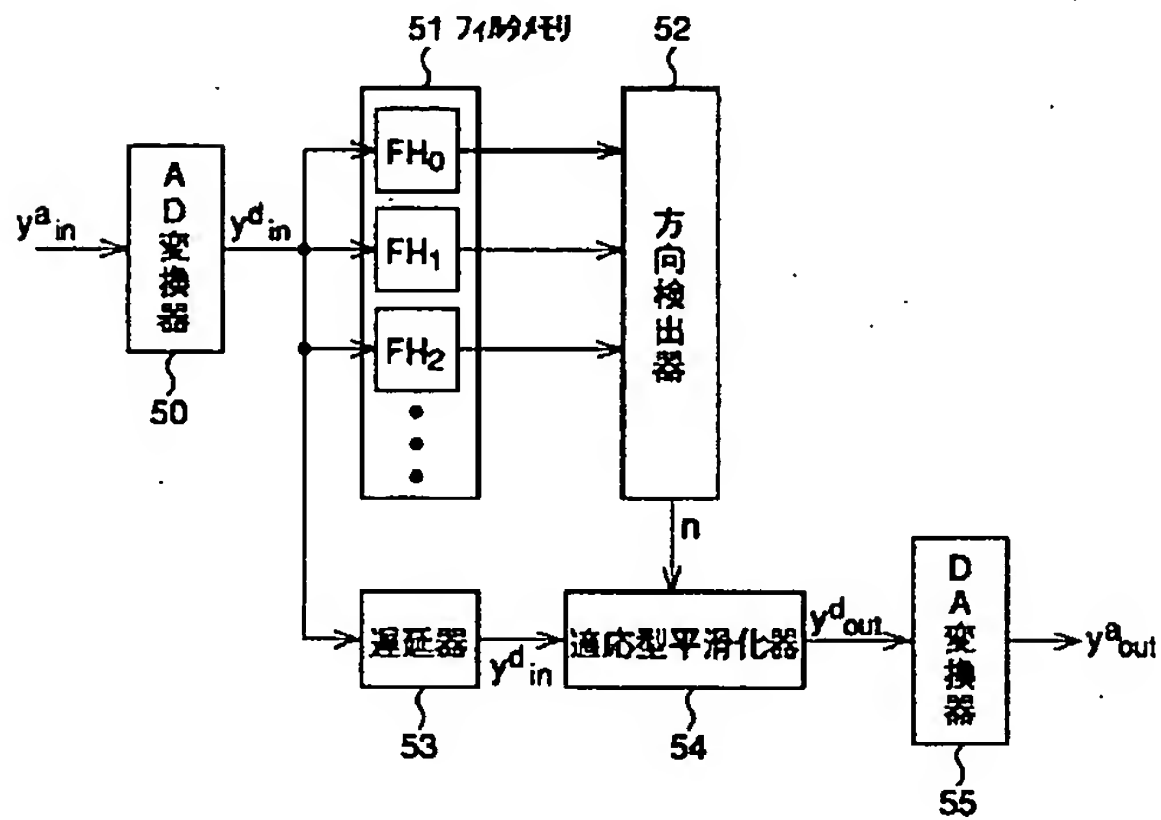
【図8】



【図11】

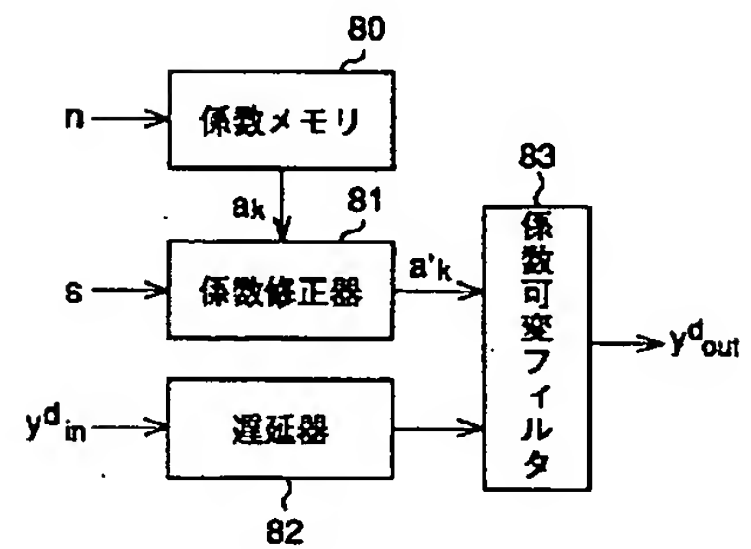


【図9】



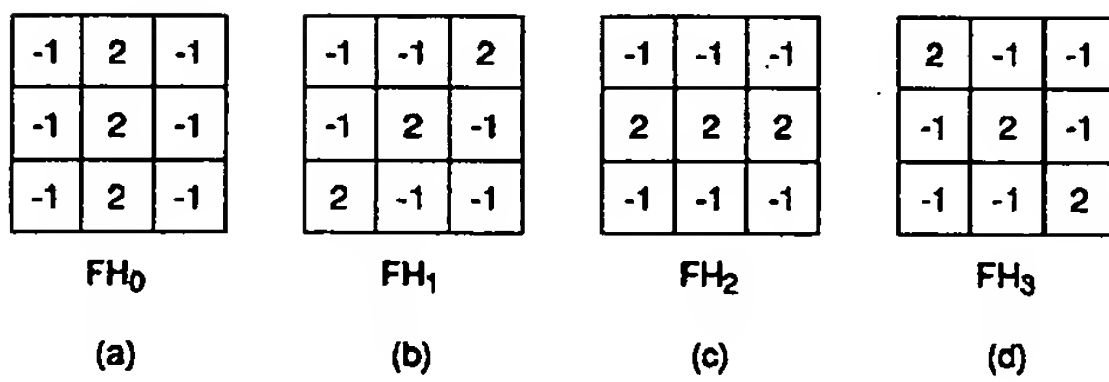
適応型平滑化器 54

【図15】

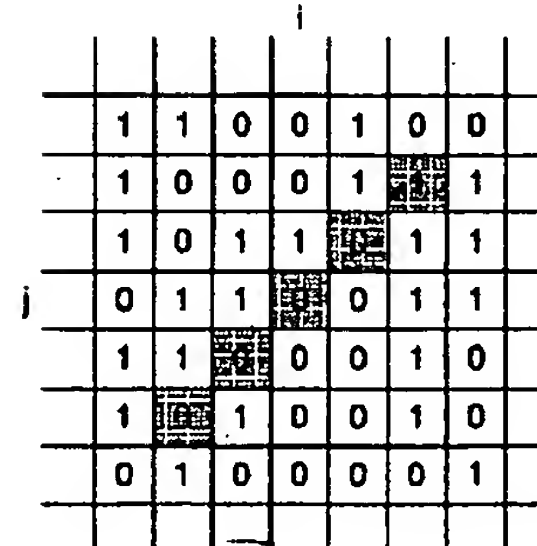


適応型平滑化器 54A

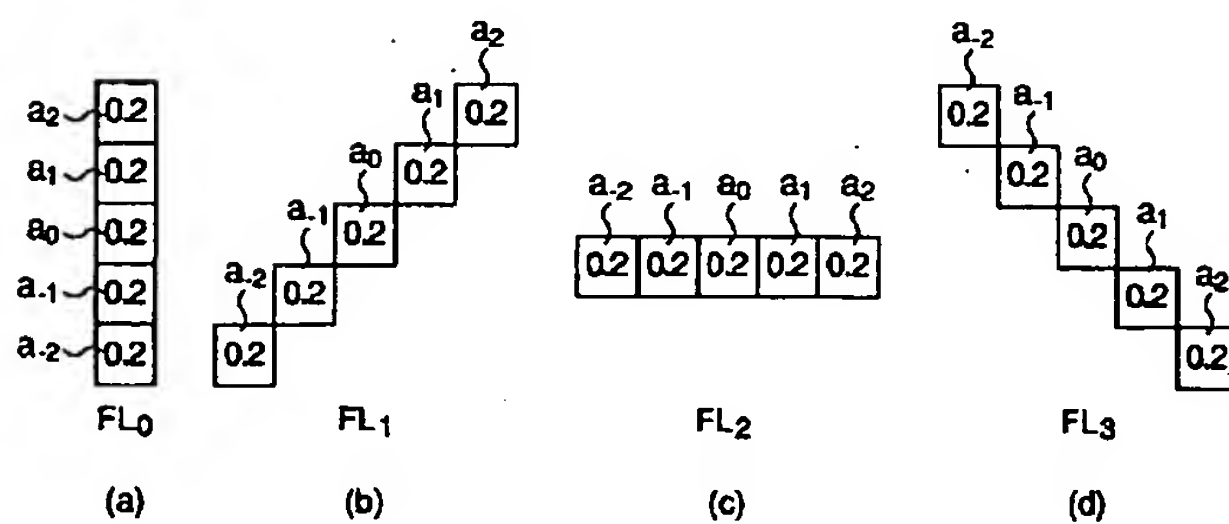
【図10】



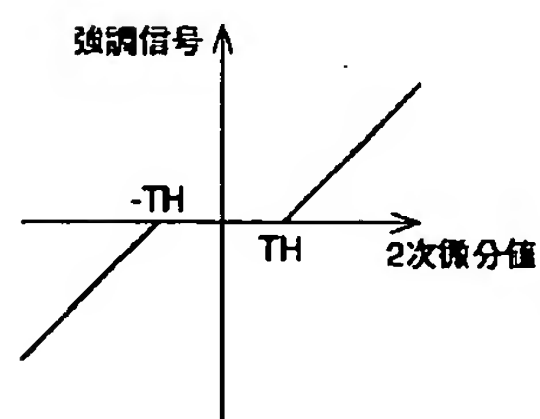
【図16】



【図12】

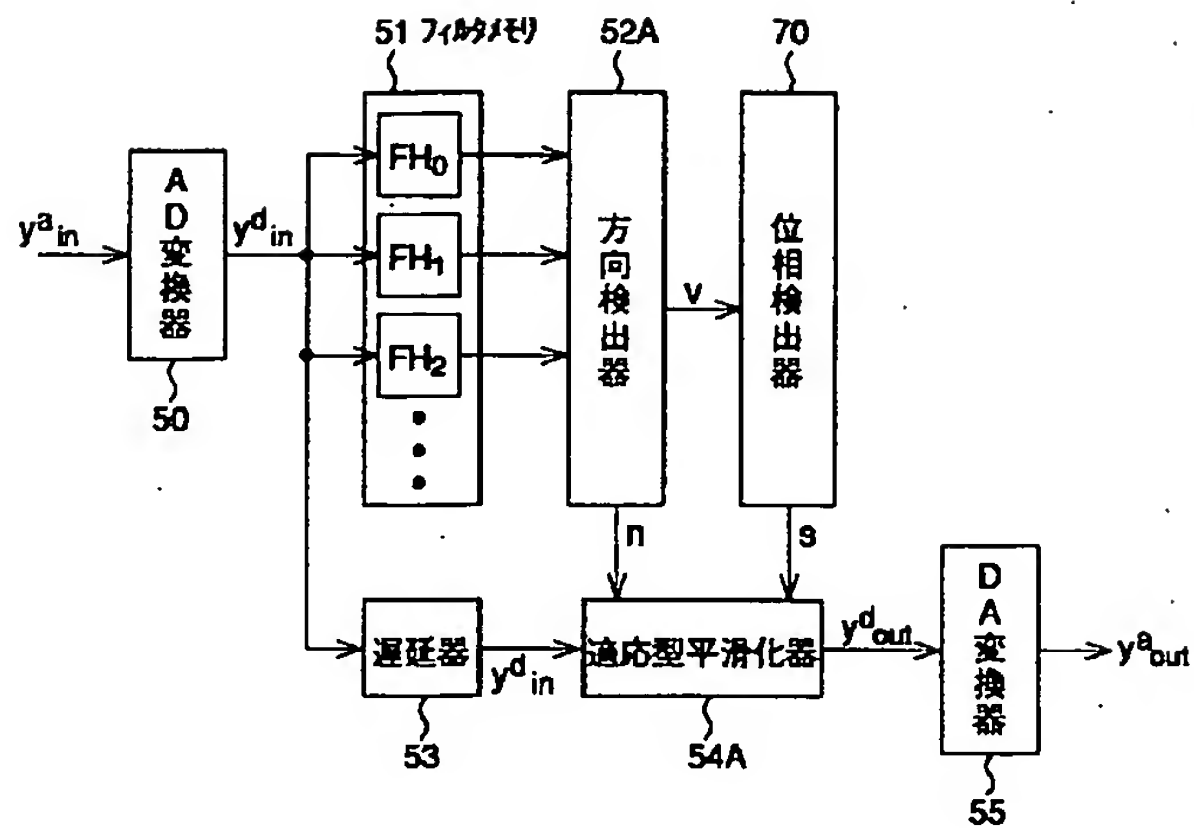


【図20】

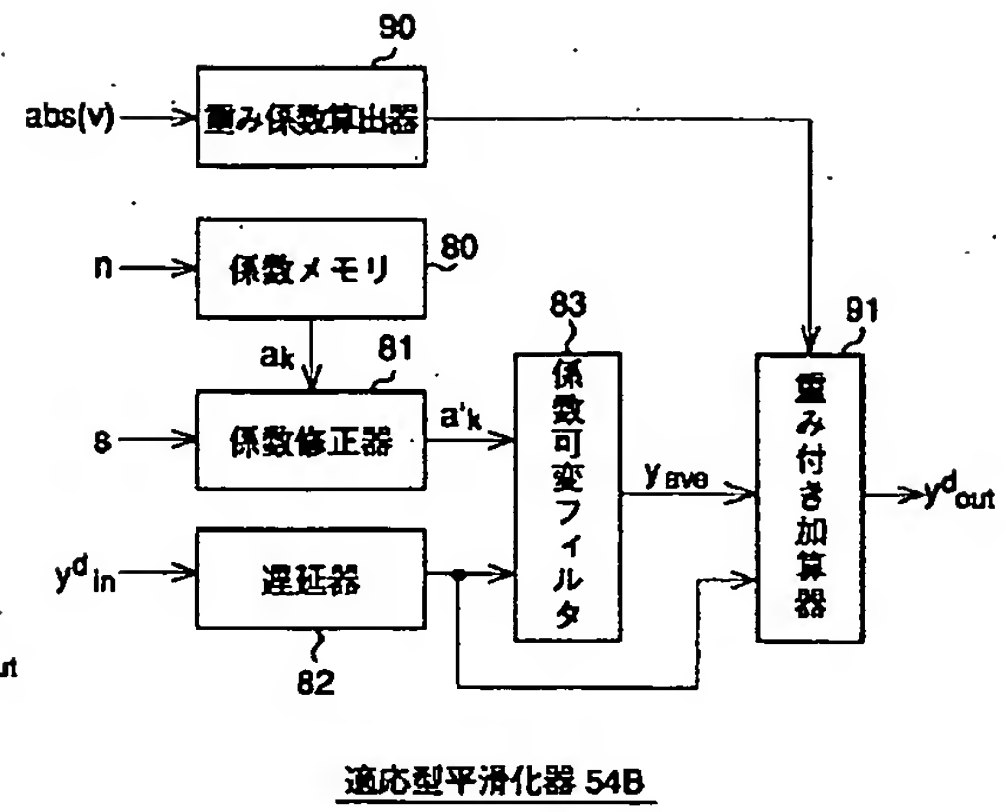




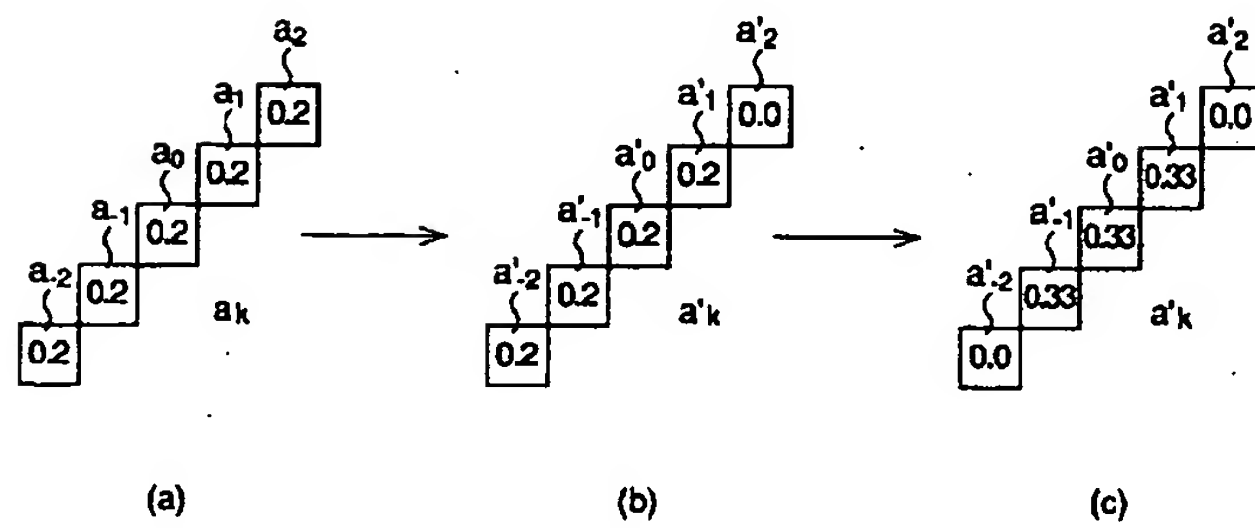
【図13】



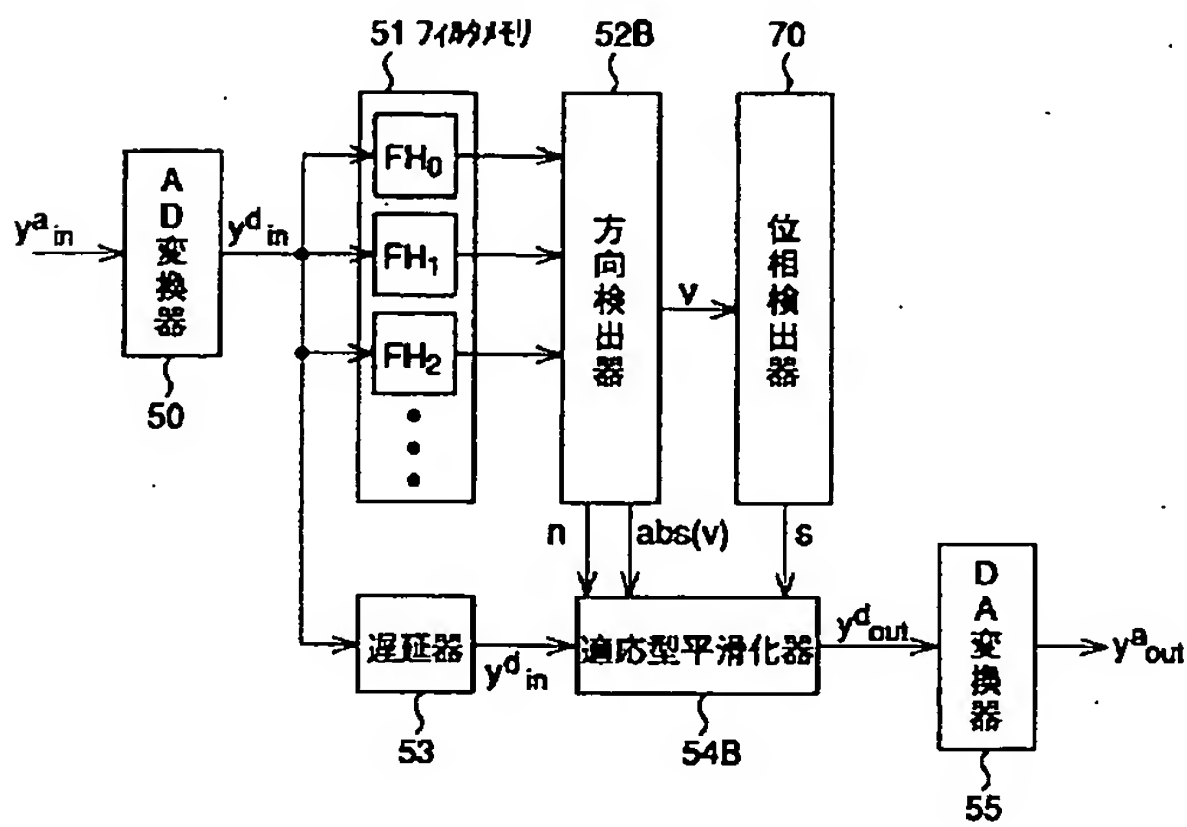
【図19】



【図17】



【図18】



【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 3 区分

【発行日】平成 13 年 4 月 20 日 (2001. 4. 20)

【公開番号】特開平 8-163408

【公開日】平成 8 年 6 月 21 日 (1996. 6. 21)

【年通号数】公開特許公報 8-1635

【出願番号】特願平 6-298731

【国際特許分類第 7 版】

H04N 5/21

1/405

5/208

【F I】

H04N 5/21 B

5/208

1/40 C

【手続補正書】

【提出日】平成 12 年 3 月 2 日 (2000. 3. 2)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力画像の各位置において、前記入力画像の画像信号の輝度変化の大きさを示す値及び前記輝度変化の方向を示す値を検出する勾配検出手段と、前記勾配検出手段によって検出された、前記入力画像の画像信号の輝度変化の大きさを示す値及び輝度変化の方向を示す値に基づき、前記入力画像の画像信号の輝度変化が、ノイズに起因する可能性を示すノイズ係数を算出するノイズ係数算出手段とを備えることを特徴とするノイズ検出回路。

【請求項 2】 前記勾配検出手段は、方向性の異なる複数の 2 次元 1 次微分フィルタと、前記複数の 2 次元 1 次微分フィルタによってフィルタリングされた、前記入力画像の画像信号のフィルタ出力値の絶対値の最大値を検出する勾配検出器とを備えることを特徴とする請求項 1 に記載のノイズ検出回路。

【請求項 3】 前記 2 次元 1 次微分フィルタは、前記入力画像の画像信号の輝度が変化する方向に選択性を示すことを特徴とする請求項 2 に記載のノイズ検出回路。

【請求項 4】 前記ノイズ係数算出手段は、前記 2 次元 1 次微分フィルタの選択性を示す方向と直交する方向にローパス特性を有する、複数の 2 次元ローパスフィルタのフィルタ係数を記憶するメモリと、前記勾配検出手段によって検出された前記入力画像の画像信号の輝度変化の方向を示す値に基づいて、前記 2 次元ローパスフィルタのフィルタ係数を修正する係数修正

器と、

前記勾配検出手段によって検出された前記入力画像の輝度変化の大きさを示す値を遅延して出力する遅延器と、前記係数修正器によって修正されたフィルタ係数によって構成される 2 次元ローパスフィルタによって、前記入力画像の輝度変化の大きさを示す値をフィルタリングする係数可変フィルタと、

前記係数可変フィルタによってフィルタリングされた前記入力画像の輝度変化の大きさを示す値を正規化し、前記ノイズ係数を算出する正規化器と

を備える

ことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載のノイズ検出回路。

【請求項 5】 請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のノイズ検出回路と、

前記入力画像の画像信号の 2 次微分値から、強調信号を生成し、出力する強調信号生成手段と、

前記ノイズ検出回路によって検出されるノイズ係数から算出される値と、前記強調信号を積算する積算手段と、前記積算手段の出力と、前記入力画像の画像信号を加算する加算手段と

を備えることを特徴とする輪郭強調回路。

【請求項 6】 入力画像の各位置において、前記入力画像の画像信号の輝度変化の方向を示す値を検出する方向検出手段と、

前記方向検出手段が検出した輝度変化の方向と直交する方向に平滑化処理を行う平滑化手段と

を備えることを特徴とするノイズ除去回路。

【請求項 7】 前記方向検出手段は、

方向性の異なる複数の 2 次元 2 次微分フィルタと、前記複数の 2 次元 2 次微分フィルタによってフィルタリングされた、前記画像信号のフィルタ出力値の絶対値の

最大値を検出し、検出結果に対応する前記入力画像の画像信号の輝度変化の方向を示す値を検出する方向検出器とを備える

ことを特徴とする請求項6に記載のノイズ除去回路。

【請求項8】 前記2次元2次微分フィルタは、前記入力画像の画像信号の輝度が変化する方向に選択性を示すことを特徴とする請求項7に記載のノイズ除去回路。

【請求項9】 前記方向検出手段は、絶対値が最大である最大フィルタ出力値を、さらに出力し、前記最大フィルタ出力値が、正の値であるか、または負の値であるかを検出し、検出結果を前記平滑化手段に出力する位相検出器をさらに備える

ことを特徴とする請求項7または8に記載のノイズ除去回路。

【請求項10】 前記平滑化手段は、前記2次元微分フィルタの選択性を示す方向と直交する方向にローパス特性を有する、複数の2次元ローパスフィルタのフィルタ係数を記憶するメモリと、前記位相検出器の検出結果に対応して、前記2次元ローパスフィルタのフィルタ係数を修正する係数修正器と、前記入力画像の画像信号を遅延して出力する遅延器と、前記係数修正器によって修正されたフィルタ係数によって構成される2次元ローパスフィルタによって、前記入力画像の画像信号をフィルタリングする係数可変フィルタとを備える

ことを特徴とする請求項9に記載のノイズ除去回路。

【請求項11】 前記方向検出手段は、前記最大フィルタ出力値の絶対値を、さらに出力し、前記平滑化手段は、前記最大フィルタ出力値の絶対値に基づいて、重み係数を算出する重み係数算出器と、前記係数可変フィルタによってフィルタリングされた信号と、前記入力画像の画像信号とに、前記重み係数算出器が算出した重み係数に基づく値を付加し、その和を出力する重み付き加算器と

を、さらに備える10に記載のノイズ除去回路。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】削除

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】削除

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】削除

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正内容】

【0019】請求項5に記載の輪郭強調回路は、ノイズ検出回路（例えば図8のノイズ検出回路41）と、入力画像の画像信号の2次微分値から強調信号を生成し、出力する強調信号生成手段（例えば図8の強調信号生成器42）と、このノイズ検出回路によって検出されるノイズ係数と強調信号を積算する積算手段（例えば図8の積算器43）と、この積算手段の出力（例えば図8の補正強調信号 $dy'$ ）と、入力画像の画像信号を加算する加算手段（例えば図8の加算器44）と、を備えることを特徴とする。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正内容】

【0020】請求項6に記載のノイズ除去回路は、入力画像の各位置において、入力画像の画像信号の輝度変化の方向を示す値（例えば図9の方向指標 $n$ ）を検出する方向検出手段（例えば図9のフィルタメモリ51及び方向検出器52）と、この方向検出手段が検出した輝度変化の方向と直交する方向に平滑化処理を行う平滑化手段（例えば図9の適応型平滑化器54）と、を備えることを特徴とする。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】削除

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】削除

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正内容】

【0029】請求項5に記載の輪郭強調回路においては、ノイズ検出回路41が検出したノイズ係数から算出される値と、画像信号に対応して強調信号生成器42が生成した強調信号とが、積算器43において積算される。加算器44は、積算器43から入力される補正強調信号 $dy'$ と入力信号とを加算する。したがって、画像信号の輪郭強調を正確に行うことができる。

【手続補正10】



【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正内容】

【0030】請求項6に記載のノイズ除去回路においては、フィルタメモリ51に記憶されている2次元2次微分フィルタF<sub>Hn</sub>及び方向検出器52が輝度変化の方向を検出し、適応型平滑化器54が入力信号に対して、この輝度変化の方向に直交する方向に平滑化を施す。したがって、ノイズ成分のみを正確に除去することができる。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0124

【補正方法】削除

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0125

【補正方法】変更

【補正内容】

【0125】請求項5に記載の輪郭強調手段においては、積算器が、ノイズ検出回路が検出したノイズ係数と、強調信号生成器が画像信号に対応して生成した強調信号とを積算し、加算器が、その積算値と入力信号を加算するようにしたので、画像信号の輪郭強調を正確に行うことができる。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0126

【補正方法】変更

【補正内容】

【0126】請求項6に記載のノイズ除去回路においては、方向検出手段が検出した入力画像の各位置における画像信号の輝度変化の方向と直交する方向に、平滑化手段が平滑化処理を施すようにしたので、ノイズ成分のみを正確に除去することができる。

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]Each position of an inputted image characterized by comprising the following.

An inclination detection means to detect a value which shows the direction of a value which shows a size of a luminance change of a picture signal of said inputted image, and said luminance change.

A noise coefficient calculating means which computes a noise coefficient which shows a possibility that a luminance change of a picture signal of said inputted image originates in a noise, based on a value which shows the direction of a value which shows a size of a luminance change of a picture signal of said inputted image, and a luminance change detected by said inclination detection means.

[Claim 2]The noise detection circuit comprising according to claim 1:

Several primary two-dimensional differentiation filters in which said inclination detection means differs in directivity.

An inclination detector which was filtered with said two or more primary two-dimensional differentiation filters and which detects the maximum of an absolute value of a filter output value of a picture signal of said inputted image.

[Claim 3]The noise detection circuit according to claim 2, wherein said primary two-dimensional differentiation filter shows selectivity in the direction from which luminosity of a picture signal of said inputted image changes.

[Claim 4]The noise detection circuit comprising according to claim 2 or 3:

A memory which memorizes a filter factor of two or more two-dimensional low pass filters to which said noise coefficient calculating means has a low pass characteristic in a direction which shows the selectivity of said primary two-dimensional differentiation filter, and the direction which intersects perpendicularly.

A coefficient rectifier which corrects a filter factor of said two-dimensional low pass filter based on a value which shows the direction of a luminance change of a picture signal of said inputted image detected by said inclination detection means.

A delay device which is delayed and outputs a value which shows a size of a luminance change of said inputted image detected by said inclination detection means.

By a two-dimensional low pass filter constituted by filter factor corrected by said coefficient rectifier.

A normalization machine which normalizes a value which shows a size of a luminance change of said inputted image filtered with a coefficient variable filter which filters a value which shows a size of a luminance change of said inputted image, and said coefficient variable filter, and computes said noise coefficient.

[Claim 5]As for said noise coefficient calculating means, claims 1 thru/or 4 characterized by making said noise coefficient into a comparatively small value when there are many pixels to which the direction of a luminance change of a picture signal of said inputted image is similar [ near the predetermined pixel ] are the noise detection circuits of a statement either.

[Claim 6]The noise detection circuit according to any one of claims 1 to 4 when said noise coefficient calculating means computes total of a size of a luminance change of a pixel to which the direction of

a luminance change of said inputted image is similar [ near the predetermined pixel ], and the value is large, wherein it makes said noise coefficient a comparatively small value.

[Claim 7]A noise rejection circuit comprising:

The noise detection circuit according to any one of claims 1 to 6.

A smoothing means which smooths a picture signal of said inputted image by a low pass filter.

An adding means with dignity which adds dignity to said picture signal and a smoothing signal which said smoothing machine outputs based on said noise coefficient detected by said noise detection circuit, and outputs the sum.

[Claim 8]An edge enhancement circuit comprising:

The noise detection circuit according to any one of claims 1 to 6.

An emphasizing signal creating means which generates and outputs an emphasizing signal from a secondary differential value of a picture signal of said inputted image.

A value computed from a noise coefficient detected by said noise detection circuit.

An adding means adding an integration means which integrates said emphasizing signal, an output of said integration means, and a picture signal of said inputted image.

[Claim 9]Each position of an inputted image characterized by comprising the following.

A direction detecting means which detects a value which shows the direction of a luminance change of a picture signal of said inputted image.

A smoothing means which performs data smoothing in the direction of a luminance change which said direction detecting means detected, and the direction which intersects perpendicularly.

[Claim 10]The noise rejection circuit comprising according to claim 9:

Several secondary two-dimensional differentiation filters in which said direction detecting means differs in directivity.

A direction detector which detects the maximum of an absolute value of a filter output value of said picture signal filtered with said two or more secondary two-dimensional differentiation filters, and detects a value which shows the direction of a luminance change of a picture signal of said inputted image corresponding to a detection result.

[Claim 11]The noise rejection circuit according to claim 10, wherein said secondary two-dimensional differentiation filter shows selectivity in the direction from which luminosity of a picture signal of said inputted image changes.

[Claim 12]The noise rejection circuit according to claim 9, 10, or 11, wherein said smoothing means is constituted by several two-dimensional low pass filters from which directivity differs.

[Claim 13]Said direction detecting means outputs further the maximum filter output value whose absolute value is the maximum, The noise rejection circuit according to claim 10 or 11, wherein said maximum filter output value is further provided with a phase detector which detects whether it is a positive value or it is a negative value, and outputs a detection result to said smoothing means.

[Claim 14]The noise rejection circuit comprising according to claim 13:

A memory which memorizes a filter factor of two or more two-dimensional low pass filters to which said smoothing means has a low pass characteristic in a direction which shows the selectivity of said two-dimensional differentiation filter, and the direction which intersects perpendicularly.

A coefficient rectifier which corrects a filter factor of said two-dimensional low pass filter corresponding to a detection result of said phase detector.

A delay device which is delayed and outputs a picture signal of said inputted image.

A coefficient variable filter which filters a picture signal of said inputted image by a two-dimensional low pass filter constituted by filter factor corrected by said coefficient rectifier.

[Claim 15]Said direction detecting means outputs further an absolute value of said maximum filter output value, and said smoothing means, A weighting-factor calculation machine which computes a weighting factor based on an absolute value of said maximum filter output value, A noise rejection circuit given in 14 further provided with an adding machine with dignity which adds a value based on a



weighting factor which said weighting-factor calculation machine computed to a signal filtered with, said coefficient variable filter, and a picture signal of said inputted image, and outputs the sum to them. A claim characterized by things

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention is used for the input/output device of the picture of a television receiver, VTR, a video camera, a printer, etc., for example, and relates to a suitable noise detection circuit, a noise rejection circuit, and an edge enhancement circuit.

[0002]

[Description of the Prior Art] When a television receiver receives and displays a picture signal, the influence by a noise is received. As a result, if processing which projects the inputted picture signal on a screen is performed, the picture having contained the noise will be displayed.

[0003] Then, as shown below, a noise is detected from the inputted signal and processing to remove is performed.

[0004] Conventionally, the coring processing which considers that the small input picture signal of a level variation is a noise as a method of detecting a noise is known. For example, in the edge enhancement which adds the emphasizing signal based on that secondary differential value to an input picture signal, in order to control amplification of a noise, this coring processing is applied. That is, conversion as shown in drawing 20 is performed, and an emphasizing signal is generated.

[0005] The horizontal axis of drawing 20 shows the secondary differential value of an input picture signal, and the vertical axis shows the emphasizing signal generated corresponding to the secondary differential value. When the absolute value of the secondary differential value of an input picture signal which shows the size of the level variation of an input picture signal exceeds the predetermined threshold TH, the emphasizing signal corresponding to the secondary differential value is generated. An emphasizing signal is set to 0 when the absolute value of this secondary differential value is below the threshold TH. And the emphasizing signal and input picture signal which were generated are added, and edge enhancement is performed. That is, the big signal of a level variation is emphasized, it is considered that the small signal of a level variation is a noise, and it is not emphasized.

[0006] Processing, for example, using a spatial low pass filter as noise rejection processing which removes the detected noise conventionally, There is processing using the recursive low pass filter of a time direction, and when spatial frequency or temporal modulation is detected, and all consider that an ingredient with high frequency is a noise and decrease it, separation of a picture signal ingredient and a noise component is performed, respectively.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the coring processing as a method of detecting a noise, Since a noise is detected on the basis of the size of the level variation of an input signal, the small picture signal (signal which is not a noise) of a level variation is also detected as a noise, and it has the technical problem that detection of an exact noise is difficult.

[0008] For example, in the edge enhancement process mentioned above, since the secondary differential value is small when the small picture signal of level variations, such as hair, is inputted, it will be detected as a noise and emphasis processing is not made. In order to emphasize the small picture signal of this level variation, it is necessary to set the predetermined threshold TH shown in drawing 20 as a small value but, and if the threshold TH is made small too much, it will emphasize to a

noise component.

[0009] Since the noise rejection processing using a spatial low pass filter is carrying out uniformly processing which considers that an ingredient with high spatial frequency is a noise, and removes it to the whole picture, it has the technical problem which consists of high frequency components, such as edge, that will consider that a meaningful picture signal is also a noise and it will be removed.

[0010] Since it considers that an ingredient with high temporal modulation is a noise and the noise rejection processing using the recursive low pass filter of a time direction removes it, it has the technical problem that the quality of a picture with a motion deteriorates. In the noise rejection processing using the low pass filter of this time direction, since the information on a time direction is used, a frame memory is needed and it has the technical problem that it becomes a high cost.

[0011] This invention is made in view of such a situation, and it aims at providing the noise detection circuit which detects only a noise component correctly, the cheap noise rejection circuit which removes only a noise component correctly, and the edge enhancement circuit which can perform edge enhancement of a picture signal correctly.

[0012]

[Means for Solving the Problem] In each position of an inputted image the noise detection circuit according to claim 1, An inclination detection means (for example, the filter memory 11 and the inclination detector 12 of drawing 1) to detect a value (for example, direction indexes  $n$  of drawing 1) which shows the direction of a value (for example, the differential value  $v$  of drawing 1) which shows a size of a luminance change of a picture signal of an inputted image, and this luminance change, Based on a value which shows the direction of a value which shows a size of a luminance change of a picture signal of an inputted image detected by this inclination detection means, and a luminance change, A luminance change of a picture signal of this inputted image is provided with a noise coefficient calculating means (for example, noise coefficient calculation machine 13 of drawing 1) which computes a noise coefficient (for example, noise coefficient [ of drawing 1 ]  $c$ ) which shows a possibility of originating in a noise.

[0013] several primary two-dimensional differentiation filters (for example, primary two-dimensional differentiation filter  $fh_n$  of drawing 2) in which directivity differs for this inclination detection means.

An inclination detector (for example, inclination detector 12 of drawing 1) which was filtered with these primary two-dimensional differentiation filter and which detects the maximum of an absolute value of a filter output value of a picture signal of an inputted image can be formed.

[0014] The primary two-dimensional differentiation filter mentioned above can show selectivity in the direction from which luminosity of a picture signal of an inputted image changes.

[0015]. Have a low pass characteristic in a direction which shows the selectivity of a primary two-dimensional differentiation filter mentioned above to a noise coefficient calculating means mentioned above, and the direction which intersects perpendicularly. Two or more two-dimensional low pass filters (for example, two-dimensional low pass filter floor line  $n$  of drawing 4) Filter factor (for example, filter factor  $a_k$  of drawing 4) A memory (for example, coefficient memory 20 of drawing 3) to

memorize, A coefficient rectifier (for example, coefficient rectifier 21 of drawing 3) which corrects a filter factor of this two-dimensional low pass filter based on a value which shows the direction of a luminance change of a picture signal of an inputted image detected by an inclination detection means mentioned above, A delay device (for example, delay device 22 of drawing 3) which is delayed and outputs a value which shows a size of a luminance change of a picture signal of an inputted image detected by this inclination detection means, By a two-dimensional low pass filter constituted by filter factor corrected by this coefficient rectifier. A value which shows a size of a luminance change of a picture signal of an inputted image filtered with a coefficient variable filter (for example, coefficient variable filter 23 of drawing 3) which filters a value which shows a size of a luminance change of a picture signal of said inputted image, and this coefficient variable filter is normalized, A normalization machine (for example, normalization machine 24 of drawing 3) which computes a noise coefficient mentioned above can be formed.

[0016] When a noise coefficient calculating means mentioned above has many pixels to which the direction of a luminance change of a picture signal of this inputted image is similar [ near the predetermined pixel ], a noise coefficient mentioned above can be made into a comparatively small

value.

[0017]A noise coefficient calculating means mentioned above computes total of a size of a luminance change of a pixel to which the direction of a luminance change of an inputted image is similar [ near the predetermined pixel ], and when the value is large, a noise coefficient mentioned above can be made into a comparatively small value.

[0018]The noise rejection circuit according to claim 7 is provided with the following.

The noise detection circuit according to claim 5 (for example, noise detection circuit 31 of drawing 7). A smoothing means which smooths a picture signal of an inputted image by a low pass filter (for example, smoothing machine 32 of drawing 7).

An adding means with dignity which adds dignity to a picture signal and a smoothing signal which a smoothing machine outputs based on a value computed from a noise coefficient detected by this noise detection circuit, and outputs that sum (for example, adding machine 33 with dignity of drawing 7).

[0019]The edge enhancement circuit according to claim 8 is provided with the following.

The noise detection circuit according to claim 6 (for example, noise detection circuit 41 of drawing 8). An emphasizing signal creating means which generates and outputs an emphasizing signal from a secondary differential value of a picture signal of an inputted image (for example, emphasizing signal generation machine 42 of drawing 8).

An adding means adding a noise coefficient detected by this noise detection circuit, an integration means (for example, integrator 43 of drawing 8) which integrates an emphasizing signal, an output (for example, amendment emphasizing signal  $dy'$  of drawing 8) of this integration means, and a picture signal of an inputted image (for example, adding machine 44 of drawing 8).

[0020]A direction direction detecting means (for example, the filter memory 51 and the direction detector 52 of drawing 9) from which the noise rejection circuit according to claim 9 detects a value (for example, direction indexes  $n$  of drawing 9) which shows the direction of a luminance change of a picture signal of an inputted image in each position of an inputted image, It has a smoothing means (for example, adaptive smoothing machine 54 of drawing 9) which performs data smoothing in the direction of a luminance change which this direction detecting means detected, and the direction which intersects perpendicularly.

[0021]several secondary two-dimensional differentiation filters (for example, secondary two-dimensional differentiation filter  $FH_n$  of drawing 10) in which directivity differs in this direction

detecting means. Detect the maximum of an absolute value of a filter output value of a picture signal of an inputted image filtered with these secondary two-dimensional differentiation filter, and it corresponds to a detection result, A direction detector (for example, direction detector 52 of drawing 9) which detects a value which shows the direction of a luminance change of a picture signal of an inputted image mentioned above can be formed.

[0022]This secondary two-dimensional differentiation filter can show selectivity in the direction from which luminosity of a picture signal of an inputted image changes.

[0023]Several two-dimensional low pass filters (for example, two-dimensional low pass filter floor line <sub>$n$</sub>  of drawing 12) from which directivity differs can be provided in a smoothing means mentioned above.

[0024]In this direction detecting means (for example, direction detector 52A of drawing 13). An absolute value outputs further the maximum filter output value (for example,  $v$  of drawing 13) which is the maximum, This maximum filter output value detects whether it is a positive value or it is a negative value, and can form further a phase detector (for example, phase detector 70 of drawing 13) which outputs a detection result (for example,  $s$  of drawing 13) to a smoothing means (for example, adaptive smoothing machine 54A of drawing 13).

[0025]In a smoothing means (for example, adaptive smoothing machine 54A of drawing 13) mentioned above. . Have a low pass characteristic in a direction which shows the selectivity of a two-dimensional differentiation filter mentioned above, and the direction which intersects perpendicularly. Two or more two-dimensional low pass filters (for example, floor line <sub>$n$</sub>  of drawing 12) Filter factor (for



example,  $a_k$  of drawing 12) A memory (for example, coefficient memory 80 of drawing 15) to memorize, A coefficient rectifier (for example, coefficient rectifier 81 of drawing 15) which corrects a filter factor of a two-dimensional low pass filter corresponding to a detection result of a phase detector mentioned above, Picture signal (for example,  $y_{in}^d$  of drawing 15) of an inputted image A delay device (for example, delay device 82 of drawing 15) delayed and outputted, By a two-dimensional low pass filter constituted by filter factor corrected by coefficient rectifier, a coefficient variable filter (for example, coefficient variable filter 83 of drawing 15) which filters a picture signal of an inputted image can be provided.

[0026] In this direction detecting means (for example, direction detector 52B of drawing 18). Can make an absolute value (for example,  $\text{abs}(v)$  of drawing 18) of the maximum filter output value output further, and to this smoothing means (for example, adaptive smoothing machine 54B of drawing 18). A weighting-factor calculation machine (for example, weighting-factor calculation machine 90 of drawing 19) which computes a weighting factor based on an absolute value of the maximum filter output value, signal (for example,  $y_{ave}$  of drawing 19) filtered with a coefficient variable filter mentioned above. A value based on a weighting factor which a weighting-factor calculation machine computed is added to a picture signal of an inputted image mentioned above, and it can have further an adding machine with dignity (for example, adding machine 91 with dignity of drawing 19) which outputs the sum.

[0027]

[Function] In the noise detection circuit according to claim 1, Several primary two-dimensional differentiation filter  $FH_n$  and inclination detectors 12 which are memorized by the filter memory 11 and with which directivity differs, The direction and size of a luminance change of an inputted image are detected, and the noise coefficient calculation machine 13 computes a noise coefficient based on the direction and size of a luminance change of this inputted image. [ of a picture signal ] [ of a picture signal ] Therefore, only a noise component is correctly detectable.

[0028] In the noise rejection circuit according to claim 7, based on the noise coefficient which the noise detection circuit 31 detects, the adding machine 33 with dignity carries out load of the dignity to either the smoothing signal smoothed with the smoothing machine 32, or the picture signal which is not smoothed, and adds it to it. Therefore, only a noise component is correctly removable.

[0029] In the edge enhancement circuit according to claim 8, the value computed from the noise coefficient which the noise detection circuit 41 detected, and the emphasizing signal which the emphasizing signal generation machine 42 generated corresponding to the picture signal are integrated in the integrator 43. The adding machine 44 adds amendment emphasizing signal  $dy'$  and the input signal which are inputted from the integrator 43. Therefore, edge enhancement of a picture signal can be performed correctly.

[0030] In the noise rejection circuit according to claim 9, secondary two-dimensional differentiation filter  $FH_n$  and the direction detector 52 which are memorized by the filter memory 51 detect the direction of a luminance change, and the adaptive smoothing machine 54 smooths to an input signal in the direction which intersects perpendicularly towards this luminance change. Therefore, only a noise component is correctly removable.

[0031]

[Example] Hereafter, the example of this invention is described with reference to drawings.

[0032] Drawing 1 is a figure showing the composition of one example of the noise detection circuit of this invention. A/D converter 10 receives the input of an analog signal, and is made as [ output / to a digital signal / change and ]. In the case of this example, it is outputted, after analog luminance signal  $y_{in}^a$  obtained by scanning a two-dimensional picture horizontally is inputted into A/D converter 10 and changed into digital luminance data  $y_{in}^d$ . The filter memory 11 has memorized two or more primary two-dimensional differentiation filter  $fh_n$  ( $n(\text{filter numbers}) = 0, 1 \text{ and } 2, \dots$ ).

Each filter  $fh_n$  is constituted as selectivity is shown in the luminance change of a different direction, respectively.

Digital luminance data  $y_{in}^d$  outputted from A/D converter 10 is inputted into each of these filters, and

each filter output is outputted.

[0033] Drawing 2 is a figure showing the example of a primary two-dimensional differentiation filter group provided in this filter memory 11. These primary two-dimensional differentiation filter  $fh_n$  shows selectivity to the luminance change of a different direction to the luminance change of inputted digital luminance data  $y_{in}^d$ , respectively. In a figure, although only four primary secondary differentiation filters are shown, it is not limited to this.

[0034] For example, when the edge direction of an inputted image exists in the sliding direction of a screen, the direction from which luminosity changes turns into a longitudinal direction. Therefore, this edge is detected with the primary two-dimensional differentiation filter of  $fh_0$  of drawing 2 (a).

[0035] Similarly, primary two-dimensional differentiation filter  $fh_1$  of drawing 2 (b), (c), or (d),  $fh_2$ , and  $fh_3$  have selectivity from the upper left to the luminance change of the direction of the lower right, the luminance change of a sliding direction, or the luminance change from the upper right to the direction of the lower left, respectively.

[0036] The inclination detector 12 receives the input of two or more filter outputs outputted from the filter memory 11, the absolute value of each filter output is calculated, and maximum differentiation absolute value  $abs(v)$  which is the maximum of them is calculated. The inclination detector 12 is made as [ output / to the noise coefficient detector 13 / maximum differentiation absolute value  $abs(v)$  and filter-numbers  $n$  of the primary two-dimensional differentiation filter which outputted maximum differentiation absolute value  $abs(v)$  ]. Filter-numbers  $n$  which gives maximum differentiation absolute value  $abs(v)$  is an index which shows the direction of the luminance change of an input signal. Hereafter, it is described as direction indexes.

Maximum differentiation absolute value  $abs(v)$  describes it as differential value  $abs(v)$  hereafter.

[0037] As opposed to differential value  $abs(v)$  into which the noise coefficient calculation machine 13 is inputted one by one from the inclination detector 12, Data smoothing corresponding to the direction indexes  $n$  inputted from the inclination detector 12 is performed, and it is made as [ compute / based on this smoothed differential value / noise coefficient  $c$  which is a coefficient which shows a possibility that the luminance change of an input picture signal originates in a noise ].

[0038] Drawing 3 is a figure showing the example of composition of the noise coefficient calculation machine 13. The direction indexes  $n$  outputted from the inclination detector 12 are inputted into the coefficient memory 20 and the coefficient rectifier 21 (it mentions later) which have memorized filter factor  $a_k$  ( $k=0, **1, **2, \dots$ ) of several two-dimensional low pass filter floor line $_n$  from which directivity differs. Differential value  $abs(v)$  outputted from the inclination detector 12 is similarly inputted into the delay device 22 (it mentions later).

[0039] The coefficient memory 20 has memorized filter factor  $a_k$  of several two-dimensional low pass filter floor line $_n$  from which directivity differs, as mentioned above.

It is made as [ input / into the coefficient rectifier 21 / filter factor  $a_k$  of the two-dimensional low pass filter corresponding to the inputted direction indexes  $n$  ].

[0040] Drawing 4 is a figure showing the example of two-dimensional low pass filter floor line $_n$  memorized by the coefficient memory 20. Filter-numbers  $n$  of this two-dimensional low pass filter floor line $_n$  corresponds with filter-numbers  $n$  of primary two-dimensional differentiation filter  $fh_n$  memorized by the filter memory 11. For example, when the inputted direction indexes  $n$  are  $n=1$  (when the primary two-dimensional differentiation filter which the inclination detector 12 chose is  $fh_1$  (drawing 2 (b))), The filter factor of the two-dimensional low pass filter outputted from the coefficient memory 20 turns into floor line $_1$  filter factor of drawing 4 (b). That is, it is made as [ input / into the coefficient rectifier 21 / filter factor  $a_k$  of two-dimensional low pass filter floor line $_n$  which has a low pass characteristic in the direction primary two-dimensional differentiation filter  $fh_n$  indicates selectivity to be to a luminance change, and the direction which goes direct ]. Filter factors other

than illustrated filter factor  $a_k$  ( $=1$ ) are 0.

[0041]The coefficient rectifier 21 is made as [ correct / based on the direction indexes  $n$  with which it has been sent from the inclination detector 12 / filter factor  $a_k$  of two-dimensional low pass filter floor line  $n$  inputted from the coefficient memory 20 / as follows ].

[0042]Now, the filter factor of two-dimensional low pass filter floor line  $n$  outputted from the coefficient memory 20 is made into  $a_{-2}$ ,  $a_{-1}$ ,  $a_0$ ,  $a_1$ , and  $a_2$ . At this time,  $a_0$  is a filter factor corresponding to the present noticed picture element. The direction indexes  $n$  of the pixel corresponding to each filter factor are made into  $n_{-2}$ ,  $n_{-1}$ ,  $n_0$ ,  $n_1$ , and  $n_2$ . In this case, this coefficient rectifier 21 computes new filter factor  $a'_k$  ( $k=-2, -1, 0, 1, 2$ ) using (1) type shown below.

[0043] $a'_k = a_k$  ( $n_k = n_0$ )

$a'_k = 0$  ( $n_k \neq n_0$ ) ... (1)

[0044]That is, the filter factor corresponding to the pixel from which the direction of a middle pixel and a luminance change differs (the values of the direction indexes  $n$  differ) is corrected to zero, and the filter factor corresponding to the pixel with same direction is made into  $a_k$ . And this corrected new filter factor  $a'_k$  is inputted into the coefficient variable filter 23.

[0045]On the other hand, the delay device 22 is made as [ output / differential value  $\text{abs}(v)$  sent from the inclination detector 12 / to the coefficient variable filter 23 / only predetermined time is delayed and ], in order to take the synchronization with filter factor  $a'_k$  outputted from the coefficient rectifier 21.

[0046]The coefficient variable filter 23 receives the input of filter factor  $a'_k$  which the coefficient rectifier 21 outputted, and is made as [ filter / differential value  $\text{abs}(v)$  ] by the new two-dimensional low pass filter using this filter factor  $a'_k$ . And it is made as [ output / to the normalization machine 24 / the output-value  $v'$  ].

[0047]As shown in (2) types, the normalization machine 24 normalizes inputted differential value  $v'$ ; and computes noise coefficient  $c$  by reducing the value from 1.

[0048]

[Equation 1]

$$C = \begin{cases} 0 & \cdots v' < v_1 \\ 1 - \frac{v' - v_1}{v_2 - v_1} & \cdots v_1 \leq v' < v_2 \\ 1 & \cdots v' \geq v_2 \end{cases} \quad \cdots(2)$$

( $v_1, v_2$ は、 $0 < v_1 < v_2$ を満たす正規化のための定数)

[0049]Next, operation of the example shown in drawing 1 is explained. It is inputted into A/D converter 10, and luminance-signal  $y_{in}^a$  of an analog is changed into digital luminance data  $y_{in}^d$ , and is inputted into the filter memory 11. The filter memory 11 filters this digital luminance data  $y_{in}^d$  by primary two-dimensional differentiation filter  $fh_n$  to provide, and inputs each filter output into the inclination detector 12.

[0050]The inclination detector 12 calculates the absolute value of two or more filter outputs sent from the filter memory 11. Filter-numbers (direction indexes)  $n$  of primary two-dimensional differentiation filter  $fh_n$  which gave differential value  $\text{abs}(v)$  to the delay device 22 of the noise coefficient calculation machine 13 for maximum differentiation absolute value (differential value)  $\text{abs}(v)$  is inputted into the coefficient memory 20 and the coefficient rectifier 21 of the noise coefficient calculation machine 13, respectively. The coefficient memory 20 inputs filter factor  $a_k$  of two-dimensional low pass filter floor line  $n$  corresponding to the inputted direction indexes  $n$  into the coefficient rectifier 21. Based on (1) type mentioned above, filter factor  $a_k$  inputted into the

coefficient rectifier 21 is corrected to new filter factor  $a'_k$ , and is inputted into the coefficient variable filter 23.

[0051] For example, it is assumed that it is distributed as the direction indexes  $n$  near [ on a picture ] the position  $(i, j)$  show drawing 5 now. Since the direction indexes  $n$  of a position  $(i, j)$  are 1, coefficient  $a_k$  of two-dimensional low pass filter floor line<sub>1</sub> shown in drawing 4 (b) is inputted into the coefficient rectifier 21 from the coefficient memory 20. Since the direction indexes  $n$  in a position  $(i+1, j-1)$  are 0 which shows different directivity from the direction indexes of a position  $(i, j)$  as shown in drawing 5, from (1) type, filter factor  $a_1$  is corrected to 0 from 1, and is outputted as  $a'_1$  (drawing 6).

[0052] On the other hand, since the direction indexes  $n$  of a position  $(i-1, j+2)$ ,  $(i, j)$ , and  $(i+2, j-2)$  are 1, Filter factor  $a_{-2}$ ,  $a_{-1}$ ,  $a_0$ , and  $a_2$  are set to 1 as it is, and are outputted as coefficient  $a'_{-2}$ ,  $a'_{-1}$  and  $a'_0$ ,  $a'_2$  (drawing 6).

[0053] In order to be corrected by the coefficient rectifier 21 and to synchronize with outputted new filter factor  $a'_k$  and this filter factor  $a'_k$ , differential value  $\text{abs}(v)$  by which the specified time lag was carried out with the delay device 22 is inputted into the coefficient variable filter 23. The coefficient variable filter 23 filters differential value  $\text{abs}(v)$  using filter factor  $a'_k$ . That is, the coefficient variable filter 23 calculates the sum of differential value  $\text{abs}(v)$  of the pixel which has the same direction of a luminance change as a middle pixel in a set of  $N$  pixels (in the case of this example they are five pieces as shown in drawing 4) located in a line along the neighborhood field of a middle pixel, i.e., the edge direction of a middle pixel. The coefficient variable filter 23 inputs the output-value  $v'$  into the normalization machine 24. The normalization machine 24 computes and outputs noise coefficient  $c$  from inputted  $v'$  using (2) types mentioned above.

[0054] Therefore, when there are many pixels which have the same direction of a luminance change in the neighborhood field of a middle pixel, the value of noise coefficient  $c$  which output-value  $v'$  of the coefficient variable filter 23 becomes large, and is computed with the normalization machine 24 becomes small, and is understood that there are few noises. On the other hand, when the direction of a luminance change of each pixel in the neighborhood field of a middle pixel has variation,  $v'$  becomes small relatively, the value of noise coefficient  $c$  becomes large, and it turns out that there are many noises. Therefore, it becomes possible from the size of noise coefficient  $c$  to detect a noise correctly.

[0055] Drawing 7 is a figure showing the composition of one example of the noise rejection circuit of this invention. Like A/D converter 10 shown in drawing 1, A/D converter 30 changes analog luminance signal  $y^a_{in}$  into digital luminance data  $y^d_{in}$ , and is made as [ input / into the noise detection circuit 31, the smoothing machine 32, and the adding machine 33 with dignity ]. The noise detection circuit 31 is made as [ input / have the composition shown in drawing 1 and drawing 3, and the almost same composition (having the composition except A/D converter 10), and / into the adding machine 33 with dignity / detected noise coefficient  $c$  ]. The smoothing machine 32 is constituted by the low pass filter etc.

Inputted digital luminance data  $y^d_{in}$  is smoothed and it is made as [ input / into the adding machine 33 with dignity / the smoothing luminance data  $y_{ave}$  ].

[0056] The adding machine 33 with dignity is made using noise coefficient  $c$  inputted from the noise detection circuit 31 as [ compute / arithmetic weighted mean  $y^d_{out}$  of digital luminance data  $y^d_{in}$  and smoothing luminance data  $y_{ave}$  ]. The formula for computing this arithmetic weighted mean  $y^d_{out}$  is shown in (3) types shown below.

[0057]

$$y^d_{out} = (1-c) \cdot y^d_{in} + c \cdot y_{ave} \dots (3)$$

[0058] The weighting factor used by (3) formulas mentioned above is the noise coefficient  $c$  itself.



Noise coefficient  $c$  enlarges dignity ( $c$ ) of smoothing luminance data  $y_{ave}$ , when large (when there are many noises), Noise coefficient  $c$  enlarges dignity ( $1-c$ ) of the digital luminance data  $y_{in}^d$  itself inputted into this noise rejection circuit, when small (when there are few noises). That is, smoothing with a stronger bigger place of noise coefficient  $c$  is given.

[0059]Arithmetic weighted mean  $y_{out}^d$  computed in the adding machine 33 with dignity is outputted to DA converter 34. DA converter 34 changes  $y_{out}^d$  into analog luminance signal  $y_{out}^a$ , and outputs it.

[0060]Therefore, a noise can be removed, without attenuating the signal component of meaningful (it is not a noise component) high frequency, since a noise is removed based on noise coefficient  $c$  which the noise detection circuit 31 outputs.

[0061]Drawing 8 is a figure showing the composition of one example of the edge enhancement circuit of this invention. A/D converter 40 changes analog luminance signal  $y_{in}^a$  inputted into digital

luminance data  $y_{in}^d$  like A/D converter 10 shown in drawing 1, and is made as [ output / to the noise detection circuit 41, the emphasizing signal generation machine 42, and the adding machine 44 ]. The noise detection circuit 41 has the almost same composition as the noise detection circuit shown in drawing 1 and drawing 3. Noise coefficient  $c$  by which (however, A/D converter 10 is not included) is computed in the normalization machine 24 differs from the noise coefficient computed in (2) types.

[0062]That is, the formula of noise coefficient  $c$  computed in the normalization machine 24 of this example (noise detection circuit 41) becomes like (4) types shown below.

[0063]

[Equation 2]

$$C = \begin{cases} 0 & \cdots v' < v_1 \\ \frac{v' - v_1}{v_2 - v_1} & \cdots v_1 \leq v' < v_2 \\ 1 & \cdots v' \geq v_2 \end{cases} \quad \cdots(4)$$

[0064]That is, only the normalizing process (operation of the 2nd paragraph of the right-hand side of (2) types) of  $v'$  is performed, and the value is outputted as it is as noise coefficient  $c$ . Therefore, in this case, it is shown that a possibility of being what the luminance change in each position depends on a noise is high, so that noise coefficient  $c$  is small. And the noise detection circuit 41 inputs into the integrator 43 noise coefficient  $c$  called for by (4) types.

[0065]The emphasizing signal generation machine 42 calculates the secondary differential value of inputted digital luminance data  $y_{in}^d$ , for example, and inputs it into the integrator 43 by making the secondary differential value into the emphasizing signal  $dy$ .

[0066]The integrator 43 calculates the product of noise coefficient  $c$  inputted from the noise detection circuit 41, and the emphasizing signal  $dy$  inputted from the emphasizing signal generation machine 42, and outputs it to the adding machine 44 as amendment emphasizing signal  $dy'$ . Therefore, when the emphasizing signal  $dy$  outputted from the emphasizing signal generation machine 42 is an emphasizing signal which emphasized the noise component, A noise coefficient with a small value is integrated and it is relatively outputted as small amendment emphasizing signal  $dy'$ , and when  $dy$  is the emphasizing signal which emphasized the meaningful (it is not a noise component) signal, noise coefficient  $c$  with a big value is integrated, and it is relatively outputted as big amendment emphasizing signal  $dy'$ .

[0067]The adding machine 44 adds digital luminance data  $y_{in}^d$  and amendment emphasizing signal  $dy'$  inputted from the integrator 43, and outputs digital luminance data  $y_{out}^d$  to which edge enhancement was given to DA converter 45. DA converter 45 changes digital luminance data  $y_{out}^d$  into analog luminance signal  $y_{out}^a$ , and outputs it.

[0068]Therefore, edge enhancement can be performed, without amplifying a noise component.

[0069]In the above example, although noise coefficient  $c$  was computed and the case where noise rejection or edge enhancement is performed based on the noise coefficient has been described using a noise detection circuit, it is also possible to constitute a noise rejection circuit, without computing noise coefficient  $c$ . Drawing 9 expresses the example of the noise rejection circuit in this case.

[0070]In drawing 9, A/D converter 50 changes analog luminance signal  $y^a_{in}$  into digital luminance data  $y^d_{in}$ , and is made as [ input / into the filter memory 51 and the delay device 53 ]. Two or more secondary two-dimensional differentiation filter  $FH_n$  ( $n$ (filter numbers) = 0, 1 and 2, ...) which is shown in drawing 10 and which has different directivity is provided in the filter memory 51. These secondary two-dimensional differentiation filter  $FH_n$  has selectivity in the luminance change of a direction different, respectively. Secondary two-dimensional differentiation filter  $FH_n$  of the filter memory 51 processes inputted digital luminance data  $y^d_{in}$ , and outputs it to the direction detector 52 as a filter output, respectively.

[0071]A secondary two-dimensional differentiation filter is used in the following examples in order to acquire the relative position information (topology) (it mentions later) over edge.

[0072]The direction detector 52 has the almost same composition as the inclination detector 12 shown in drawing 1, computes the absolute value of each filter output, detects the maximum of them, and is made as [ input / into the adaptive smoothing machine 54 / filter-numbers  $n$  of secondary two-dimensional differentiation filter floor line  $n$  which gives the maximum ]. However, the maximum of the absolute value of a filter output does not output like the inclination detector 12 at this time. Since it is an index which shows the direction of a luminance change, filter-numbers  $n$  outputted is hereafter shown as direction indexes also in this example.

[0073]In order to synchronize digital luminance data  $y^d_{in}$  with the direction indexes  $n$ , the delay device 53 is made as [ input / into the adaptive smoothing machine 54 ], after delaying only predetermined time.

[0074]Along the edge direction (the direction of a luminance change, and the direction which goes direct) detected by the direction detector 52, get the adaptive smoothing machine 54 blocked and it corresponds to the direction indexes  $n$  inputted from the direction detector 52, Data smoothing is performed to digital luminance data  $y^d_{in}$ , and it is made as [ output / to DA converter 55 / smoothing digital luminance data  $y^d_{out}$  ].

[0075]DA converter 55 is made as [ output / it / change smoothing luminance data  $y^d_{out}$  into analog luminance signal  $y^a_{out}$ , and ].

[0076]Next, the adaptive smoothing machine 54 is explained. The adaptive smoothing machine 54 is constituted by the filter selector 60 and the filter memory 61 as shown in drawing 11. The filter selector 60 receives the input of the direction indexes  $n$  from the direction detector 52, and receives the input of digital luminance signal  $y^d_{in}$  from A/D converter 50. And from the inside of two or more two-dimensional low pass filter floor line  $n$  ( $n$  is filter numbers (direction indexes)) which is memorized by the filter memory 61 and which has different directivity, It is made as [ input / into two-dimensional low pass filter floor line  $n$  which chose two-dimensional low pass filter floor line  $n$  corresponding to the inputted direction indexes  $n$ , and chose digital luminance signal  $y^d_{in}$  ].

[0077]The filter memory 61 has memorized two or more two-dimensional low pass filter floor line  $n$  which has different directivity, as mentioned above. Drawing 12 is a figure showing the example of composition of two-dimensional low pass filter floor line  $n$  which the filter memory 61 has memorized. in a figure, although only four filters are shown, it comes out that more filters can be made to memorize from the first. When the direction indexes  $n$  inputted into the filter selector 60 are 0

thru/or 3 like the case where it mentions above also in this example, Digital luminance data  $y_{in}^d$  is inputted into floor line<sub>0</sub> thru/or floor line<sub>3</sub> shown in drawing 12 (a) thru/or (d), respectively, and the filter output is made as [ output / as smoothing luminance data  $y_{out}^d$  mentioned above ].

[0078] That is, it will smooth along the edge direction obtained by the direction detector 52.

[0079] Next, operation of this example is explained. Analog luminance signal  $y_{in}^a$  is changed into digital luminance data  $y_{in}^d$ , and is inputted into the filter memory 51 and the delay device 53 by A/D converter 50. Digital luminance data  $y_{in}^d$  inputted into the filter memory 51, It is filtered by two or more secondary two-dimensional differentiation filter  $FH_n$  which is memorized by the filter memory 51 and which has directivity different, respectively, and the output value is outputted to the direction detector 52.

[0080] The direction detector 52 calculates the absolute value of two or more inputted filter outputs, detects the maximum of them, and inputs into the adaptive smoothing machine 54 filter-numbers (direction indexes)  $n$  of a secondary two-dimensional differentiation filter which gives this maximum. On the other hand, after a specified time lag is carried out, digital luminance data  $y_{in}^d$  inputted into the delay device 53 is inputted into the adaptive smoothing machine 54 in order to take the synchronization with the direction indexes  $n$ .

[0081] Digital luminance data  $y_{in}^d$  and the direction indexes  $n$  which were inputted into the adaptive smoothing machine 54 are inputted into the filter selector 60 in the adaptive smoothing machine 54. The filter selector 60 chooses the filter corresponding to the direction indexes  $n$  among two-dimensional low pass filter floor line <sub>$n$</sub>  memorized by the filter memory 61, and inputs digital luminance data  $y_{in}^d$ .

[0082] For example, when the secondary two-dimensional differentiation filter which the direction detector 52 detected and which gives the maximum absolute value of the filter output of a secondary two-dimensional differentiation filter is  $FH_1$  (drawing 10 (b)), the direction indexes 1 are inputted into the filter selector 60 from the direction detector 52. The filter selector 60 chooses two-dimensional low pass filter floor line<sub>1</sub> (drawing 12 (b)), and inputs digital luminance data  $y_{in}^d$  there.

[0083] Digital luminance data  $y_{in}^d$  inputted into the filter memory 61 is smoothed by two-dimensional low pass filter floor line <sub>$n$</sub>  with the selected filter selector 60, and is inputted into DA converter 55 as smoothing signal  $y_{out}^d$ . This smoothing signal  $y_{out}^d$  is changed and outputted to analog luminance signal  $y_{out}^a$  by DA converter 55.

[0084] Therefore, the picture inputted into this noise rejection circuit can remove a noise, without performing data smoothing which met in the direction of a luminance change, and the direction (edge direction) which goes direct, and attenuating a signal component (ingredient which is not a noise component).

[0085] Drawing 13 is a figure showing the composition of other examples of the noise rejection circuit of this invention. The noise rejection circuit of this example has the almost same composition as the noise rejection circuit shown in drawing 9.

About the same formation part as drawing 9, the same numerals are attached and explanation is omitted suitably.

Analog luminance signal  $y_{in}^a$  is changed into digital luminance data  $y_{in}^d$ , and is inputted into the filter memory 51 and the delay device 53 by A/D converter 50.

[0086] Digital luminance data  $y_{in}^d$  inputted into the filter memory 51 is filtered by secondary two-dimensional differentiation filter  $FH_n$  (drawing 10) memorized by the filter memory 51, and the filter output is inputted into the direction detector 52A. The direction detector 52A calculates the absolute

value of two or more inputted filter outputs, inputs into the adaptive smoothing machine 54A filter-numbers (direction indexes)  $n$  of secondary two-dimensional differentiation filter  $FH_n$  which gives the maximum of them, and inputs the filter output value  $v$  into the phase detector 70.

[0087] It is judged whether the phase detectors 70 are whether the inputted filter output value  $v$  is a positive value and a negative value. And when this filter output value  $v$  is a positive value, the differentiation sign  $s=1$  is inputted into the adaptive smoothing machine 54A, and when  $v$  is a negative value, the differentiation sign  $s=0$  is inputted into the adaptive smoothing machine 54A.

[0088] Drawing 14 is a figure showing the numerals of a filter output value [ / near the predetermined edge ]. On the both sides, the numerals of a filter output value differ bordering on edge. That is, the phase detector 70 detects the relative position information (topology) over the edge of the inputted filter output value, and inputs the differentiation sign  $s$  (1 or 0) into the adaptive smoothing machine 54A.

[0089] In order to synchronize digital luminance data  $y_{in}^d$  with the direction indexes  $n$  and the differentiation sign  $s$ , the specified time lag of the delay device 53 is carried out, and it inputs it into the adaptive smoothing machine 54A. Drawing 15 is a figure showing the example of composition of the adaptive smoothing machine 54A.

[0090] Although the adaptive smoothing machine 54A performs data smoothing in the direction of a luminance change, and the different direction to digital luminance data  $y_{in}^d$  like the case of the example shown in drawing 9 with the direction indexes  $n$  inputted from the direction detector 52A, Furthermore, the range of the smoothing is changed with the differentiation sign  $s$  near the edge. Unlike the composition of the adaptive smoothing machine 54 shown in drawing 9, the composition of the adaptive smoothing machine 54A is constituted by the coefficient memory 80, the coefficient rectifier 81, the delay device 82, and the coefficient variable filter 83. Input the direction indexes  $n$  into the coefficient memory 80, the differentiation sign  $s$  is inputted into the coefficient rectifier 81, and digital luminance data  $y_{in}^d$  is inputted into the delay device 82, respectively.

[0091] Filter factor  $a_k$  ( $k=-2, -1, 0, 1, 2$ ) of low pass filter floor line $_n$  which has different directivity of plurality as shown in drawing 12 in the coefficient memory 80 is memorized.

If the direction indexes  $n$  are inputted, filter factor  $a_k$  of low pass filter floor line $_n$  corresponding to it will be detected, and it will be inputted into the coefficient rectifier 81.

[0092] The coefficient rectifier 81 corrects as follows filter factor  $a_k$  inputted from the coefficient memory 80 based on the differentiation sign  $s$ . The filter factor of two-dimensional low pass filter floor line $_n$  inputted from the coefficient memory 80 is made into  $a_{-2}$ ,  $a_{-1}$ ,  $a_0$ ,  $a_1$ , and  $a_2$ .  $a_0$  is a filter factor corresponding to the present noticed picture element. The differentiation sign of the pixel corresponding to each filter factor is made into  $s_{-2}$ ,  $s_{-1}$ ,  $s_0$ ,  $s_1$ , and  $s_2$ . At this time, new filter factor  $a'_k$  ( $k=-2, -1, 0, 1, 2$ ) is computed using following (5), (6), and (7) types.

[0093]

[Equation 3]

$$a'_k = \left[ \prod_{i=0}^k f(s_0, s_i) \right] \times a_k \quad \dots(5)$$

[0094]

[Equation 4]

$$f(\alpha, \beta) = \begin{cases} 0 & \dots \alpha \neq \beta \\ 1 & \dots \alpha = \beta \end{cases} \quad \dots(6)$$

[0095]

[Equation 5]



$$\prod_{i=0}^k \alpha_i = \alpha_0 \times \alpha_1 \times \cdots \times \alpha_k \quad \cdots(7)$$

[0096] Filter factor  $a_k$  corrected by (5), (6), and (7) types, Zero is substituted for new filter factor  $a'_{\text{new}}$  when it is differentiation sign which filter factor  $a_k$  of basis is substituted for  $k$ , and is different filter factor  $a'_k$  when it is the same differentiation sign as the differentiation sign in filter factor  $a_0$  (central pixel).

[0097] The filter factor corrected by above-mentioned (5), (6), and (7) types, When not becoming symmetrical to  $a'_0$ , correction which sets to 0 compulsorily the filter factor of the direction which is not 0 is made in the coefficient rectifier 81 so that the phase of a middle pixel may not shift (when only either of the  $a'_i$  and  $a'_{-i}$  is 0). When total of  $a'_{-2}$ ,  $a'_{-1}$ ,  $a'_0$ , and  $a'_1$ ,  $a'_2$  is not set to 1, it normalizes that total of a filter factor should be made 1 by (8) and (9) types.

[0098]

$$a'_k = a'_k / M \quad \cdots (8)$$

[0099]

[Equation 6]

$$M = \sum_{i=-N}^N a'_i \quad \cdots(9)$$

[0100] Total of (8),  $a'_{-2}$  obtained by (9) types,  $a'_{-1}$ ,  $a'_0$ , and  $a'_1$ ,  $a'_2$  is set to 1.

[0101] For example, the differentiation sign near [ on a picture ] the position (i, j) assumes that it is distributed as shown in drawing 16. When this differentiation sign is inputted into the coefficient rectifier 81 and 1 is inputted into the coefficient memory 80 as the direction indexes n of this position (i, j), the coefficient memory 80, floor line<sub>1</sub> of drawing 12 (b) is chosen from two-dimensional low pass filter floor line<sub>n</sub> shown in drawing 12, and the filter factor  $a_k$  ( $k=-2, -1, 0, 1, 2$ ) is inputted into the coefficient rectifier 81.

[0102] According to (5) types thru/or (9) types, the coefficient rectifier 81 corrects filter factor  $a_k$ , and computes new filter factor  $a'_k$ . Drawing 17 is a figure which illustrates correction of filter factor  $a_k$  of two-dimensional low pass filter floor line<sub>n</sub> made with the coefficient rectifier 81. Drawing 17 (a) is filter factor  $a_k$  before correction. Each filter factor is corrected by (5) types thru/or (7) types mentioned above, and it becomes coefficient  $a'_k$  shown in drawing 17 (b) by them.

[0103] For example,  $a'_{-2}$  shown in drawing 17 (b) is computed as follows.

[0104]

[Equation 7]

$$\begin{aligned} a'_{-2} &= \left[ \prod_{i=0}^{-2} f(s_0, s_i) \right] \times a_{-2} \\ &= 1 \times 1 \times 1 \times 0.2 \\ &= 0.2 \end{aligned}$$

[0105] Similarly,  $a'_{-1}$  thru/or  $a'_1$  are set to 0.2, and  $a'_2$  is set to zero. However, as shown in drawing 17 (b),  $a'_{-2}$  and  $a'_2$  which is not 0 since  $a'_2$  is different value  $a'_{-2}$  are set to zero. Since total of the corrected filter factor is not 1, it normalizes using (8) and (9) types. In this case, each filter factor  $a'_k$  is calculated as follows.

[0106]

[Equation 8]

$$a'_k = \frac{a'_k}{\sum_{i=-2}^2 a'_k}$$

$$= \frac{a'_k}{0.6}$$

[0107] Filter factor  $a'_k$  which normalized is shown in drawing 17 (c). This filter factor is inputted into the coefficient variable filter 83.

[0108] On the other hand, after a specified time lag is carried out, digital luminance data  $y_{in}^d$  inputted into the delay device 82 is inputted into the coefficient variable filter 83 in order to take filter factor  $a'_k$  and a synchronization.

[0109] Using two-dimensional low pass filter floor line<sub>n</sub> by corrected filter factor  $a'_k$ , the coefficient variable filter 83 smooths digital luminance data  $y_{in}^d$ , and inputs smoothing luminance data  $y_{out}^d$  into DA converter 55. Therefore, data smoothing has been performed only in the field with topology similar along an edge direction.

[0110] Drawing 18 is a figure showing the composition of other examples of the noise rejection circuit of this invention. The noise rejection circuit of this example has the almost same composition as the noise rejection circuit shown in drawing 13.

About the same formation part, the same numerals are attached and explanation is omitted suitably. Analog luminance signal  $y_{in}^a$  is changed into digital luminance data  $y_{in}^d$ , and is inputted into the filter memory 51 and the delay device 53 by A/D converter 50.

[0111] Digital luminance data  $y_{in}^d$  inputted into the filter memory 51 is filtered by secondary two-dimensional differentiation filter  $FH_n$  (drawing 10) memorized by the filter memory 51, and the filter output is inputted into the direction detector 52B. The direction detector 52B calculates the absolute value of two or more inputted filter outputs, outputs filter-numbers (direction indexes)  $n$  of secondary two-dimensional differentiation filter  $FH_n$  which gives the maximum of them to the adaptive smoothing machine 54B, and inputs the filter output value  $v$  into the phase detector 70.

[0112] The direction detector 52B inputs maximum (it is hereafter described as differential value)  $abs(v)$  of the absolute value of the calculated filter output into the adaptive smoothing machine 54B.

[0113] It is judged whether the phase detectors 70 are whether the inputted filter output value  $v$  is a positive value and a negative value. And when this filter output value  $v$  is a positive value, the differentiation sign  $s=1$  is inputted into the adaptive smoothing machine 54B, and when  $v$  is a negative value, the differentiation sign  $s=0$  is inputted into the adaptive smoothing machine 54B.

[0114] The adaptive smoothing machine 54B has the composition of having added the weighting-factor calculation machine 90 and the adding machine 91 with dignity to the composition of the adaptive smoothing machine 54A shown in drawing 15, as shown in drawing 19. Differential value  $abs(v)$  outputted from the direction detector 52B is inputted into the weighting-factor calculation machine 90. The delay device 82 inputs inputted digital luminance data  $y_{in}^d$  into the coefficient variable filter 83 and the adding machine 91 with dignity.

[0115] The weighting-factor calculation machine 90 computes weighting-factor  $p$  using (10) types shown below.

[0116]

[Equation 9]

$$p = \begin{cases} 0 & \cdots \text{abs}(v) < v_1 \\ \frac{\text{abs}(v) - v_1}{v_2 - v_1} & \cdots v_1 \leq \text{abs}(v) < v_2 \\ 1 & \cdots \text{abs}(v) \geq v_2 \end{cases} \quad \cdots(10)$$

[0117] Here,  $v_1$  and  $v_2$  are positive constants which fill  $v_1 < v_2$  for normalization, as mentioned above.

[0118] The weighting-factor calculation machine 90 inputs this weighting-factor  $p$  into the adding machine 91 with dignity. Although the coefficient variable filter 83 performs the same processing as the case in drawing 15, in this example, the smoothing luminance data outputted from the coefficient variable filter 83 is made into  $y_{ave}$ , and this  $y_{ave}$  is inputted into the adding machine 91 with dignity.

[0119] Weighting-factor  $p$  which the weighting-factor calculation machine 90 computed is used for the adding machine 91 with dignity,  $y_{out}^d$  which is an arithmetic weighted mean of digital luminance data  $y_{in}^d$  and smoothing luminance data  $y_{ave}$  which were inputted is computed by (11) types shown below, and is outputted to DA converter 55.

[0120]

$$y_{out}^d = p \cdot y_{ave} + (1-p) \cdot y_{in}^d \quad \cdots (11)$$

[0121] Therefore, strong smoothing is given at the big place of differential value  $\text{abs}(v)$ , and noises, such as dot disturbance generated especially in an edge part, can be removed selectively.

[0122] This invention is not limited to these examples, for example, can be used for detection of the noise in a color-difference signal, removal, etc.

[0123]

[Effect of the Invention] As mentioned above, in the invention of claim 1, the noise coefficient calculating means computed the noise coefficient based on the value which shows the direction and size of a luminance change of an inputted image which the inclination detection means detected. [ of a picture signal ]

Therefore, only a noise component is correctly detectable.

[0124] In the noise rejection circuit according to claim 7, Since an adding machine with dignity carries out load of the dignity to the smoothing signal smoothed with the smoothing machine, or the picture signal which is not smoothed and added it to it based on the noise coefficient which the noise detection circuit detected, only a noise component is correctly removable.

[0125] The noise coefficient which the noise detection circuit detected in the edge enhancement means according to claim 8 in the integrator, Since the emphasizing signal which the emphasizing signal generation machine generated corresponding to the picture signal is integrated and the adding machine added the integrated value and input signal, edge enhancement of a picture signal can be performed correctly.

[0126] In the noise rejection circuit according to claim 9, since the smoothing means was made to perform data smoothing in the direction of the luminance change of the picture signal in each position of the inputted image which the direction detecting means detected, and the direction which intersects perpendicularly, only a noise component is correctly removable.

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a figure showing the composition of one example of the noise detection circuit of this invention.

[Drawing 2] It is a figure showing the example of composition of the primary two-dimensional differentiation filter memorized by the filter memory 11 of drawing 1.

[Drawing 3] It is a figure showing the composition inside the noise coefficient calculation machine 13 of drawing 1.

[Drawing 4] It is a figure showing the composition of the two-dimensional low pass filter memorized by the coefficient memory 20 of drawing 3.

[Drawing 5] It is a figure showing the distribution state of the direction indexes  $n$  near the position  $(i, j)$  on a picture.

[Drawing 6] It is a figure explaining correction of the filter factor of two-dimensional low pass filter floor line<sub>1</sub> shown in drawing 4 (b).

[Drawing 7] It is a figure showing the composition of one example of the noise rejection circuit of this invention.

[Drawing 8] It is a figure showing the composition of one example of the edge enhancement circuit of this invention.

[Drawing 9] It is a figure showing the composition of other examples of the noise rejection circuit of this invention.

[Drawing 10] It is a figure showing the example of composition of the secondary two-dimensional differentiation filter memorized by the filter memory 51 shown in drawing 9.

[Drawing 11] It is a figure showing the composition inside the adaptive smoothing machine 54 shown in drawing 9.

[Drawing 12] It is a figure showing the example of composition of the two-dimensional low pass filter memorized by the filter memory 61 shown in drawing 11.

[Drawing 13] It is a figure showing the composition of other examples of the noise rejection circuit of this invention.

[Drawing 14] It is a figure showing the state of a differentiation sign [ / near the edge ].

[Drawing 15] It is a figure showing the composition inside the adaptive smoothing machine 54A shown in drawing 13.

[Drawing 16] It is a figure showing the distribution state of the differentiation sign near the position  $(i, j)$  on a screen.

[Drawing 17] It is a figure explaining correction by the coefficient rectifier 81 shown in drawing 15 of the filter factor of two-dimensional low pass filter floor line<sub>1</sub> shown in drawing 12 (b).

[Drawing 18] It is a figure showing the composition of other examples of the noise rejection circuit of this invention.

[Drawing 19] It is a figure explaining the composition inside the adaptive smoothing machine 54B shown in drawing 18.

[Drawing 20] It is a figure explaining the emphasizing signal outputted corresponding to the secondary differential value of an input signal.



## [Description of Notations]

10 A/D converter  
11 Filter memory  
12 Inclination detector  
13 Noise coefficient calculation machine  
20 Coefficient memory  
21 Coefficient rectifier  
22 Delay device  
23 Coefficient variable filter  
24 Normalization machine  
30 A/D converter  
31 Noise detection circuit  
32 Smoothing machine  
33 An adding machine with dignity  
34 DA converter  
40 A/D converter  
41 Noise detection circuit  
42 Compulsive signal generation machine  
43 Integrator  
44 Adding machine  
45 DA converter  
50 A/D converter  
51 Filter memory  
52, 52A, and 52B Direction detector  
53 Delay device  
54, 54A, and 54B Adaptive smoothing machine  
55 DA converter  
60 Filter selector  
61 Filter memory  
70 Phase detector  
80 Coefficient memory  
81 Coefficient rectifier  
82 Delay device  
83 Coefficient variable filter  
90 Weighting-factor calculation machine  
91 An adding machine with dignity

---

[Translation done.]

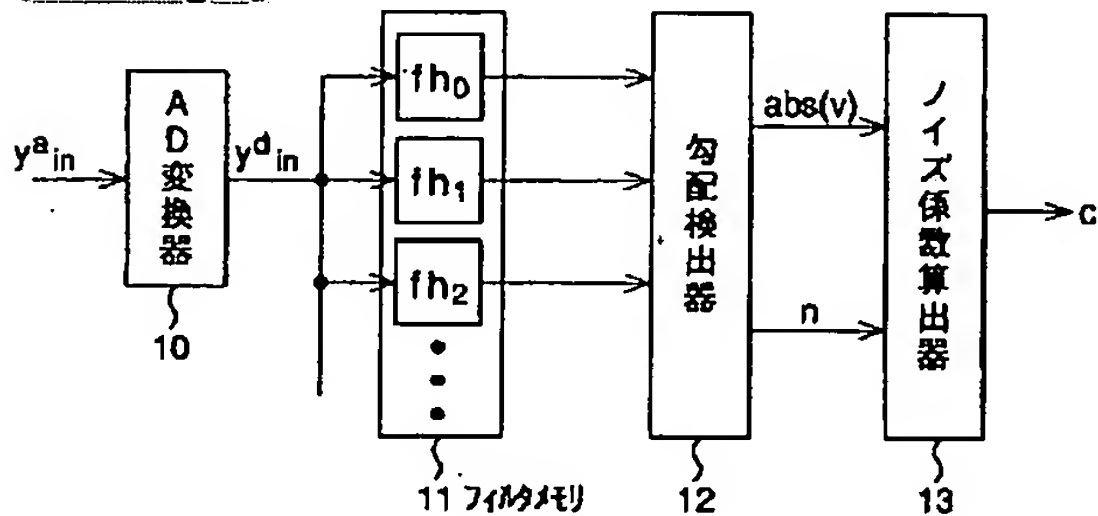
\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

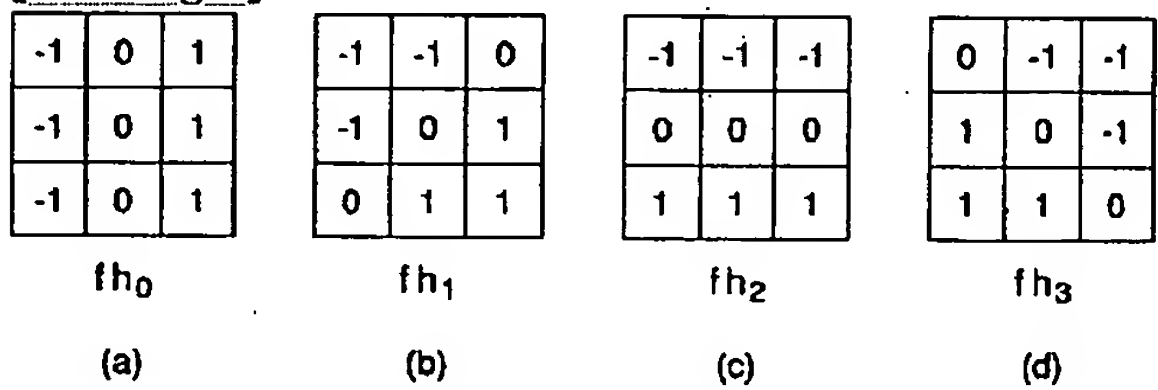
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

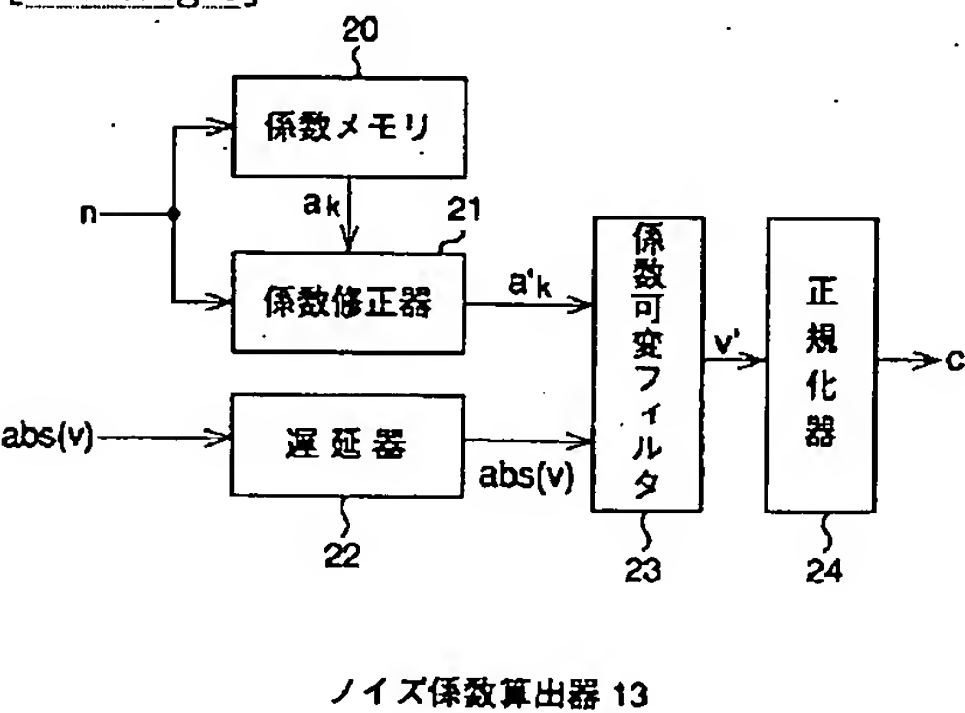
[Drawing 1]



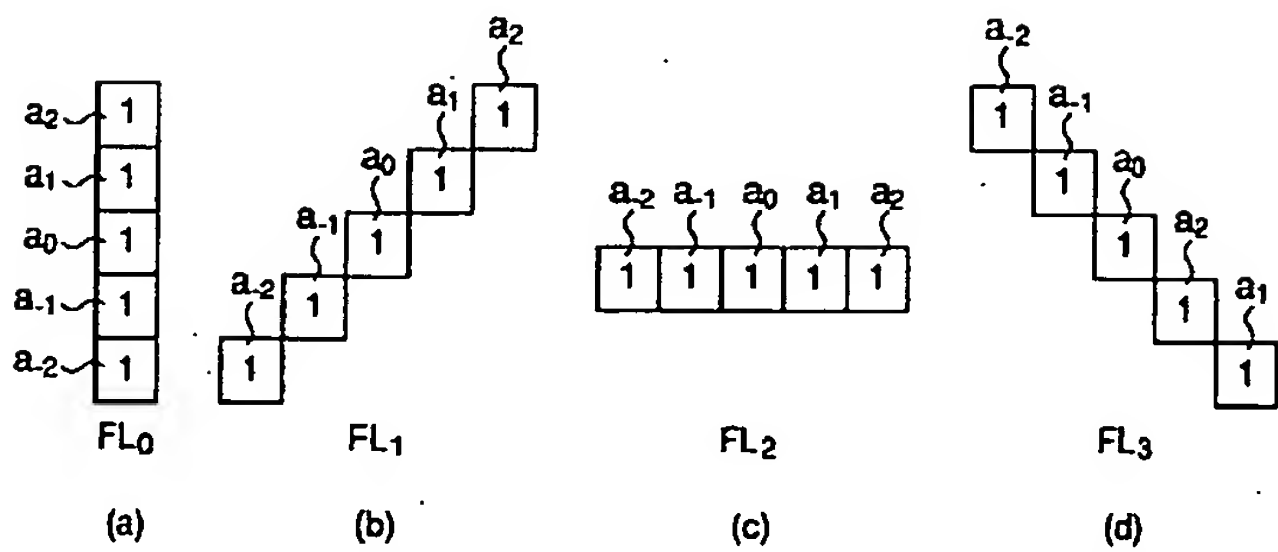
[Drawing 2]



[Drawing 3]



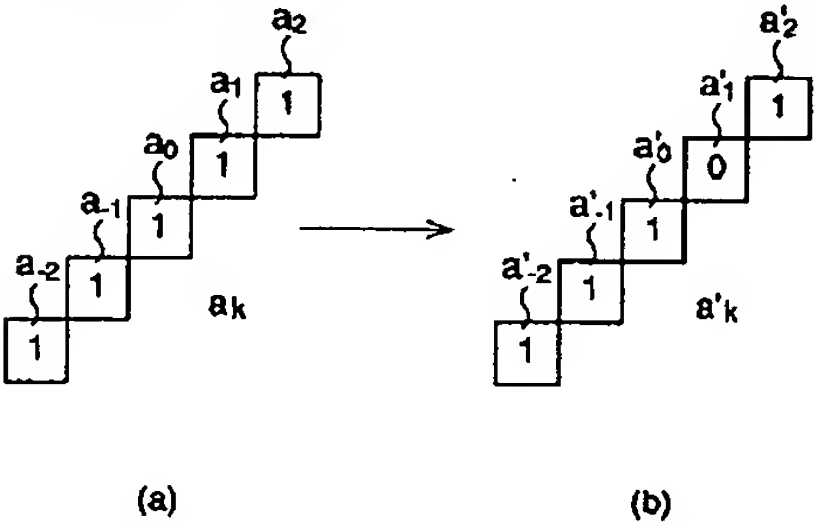
[Drawing 4]



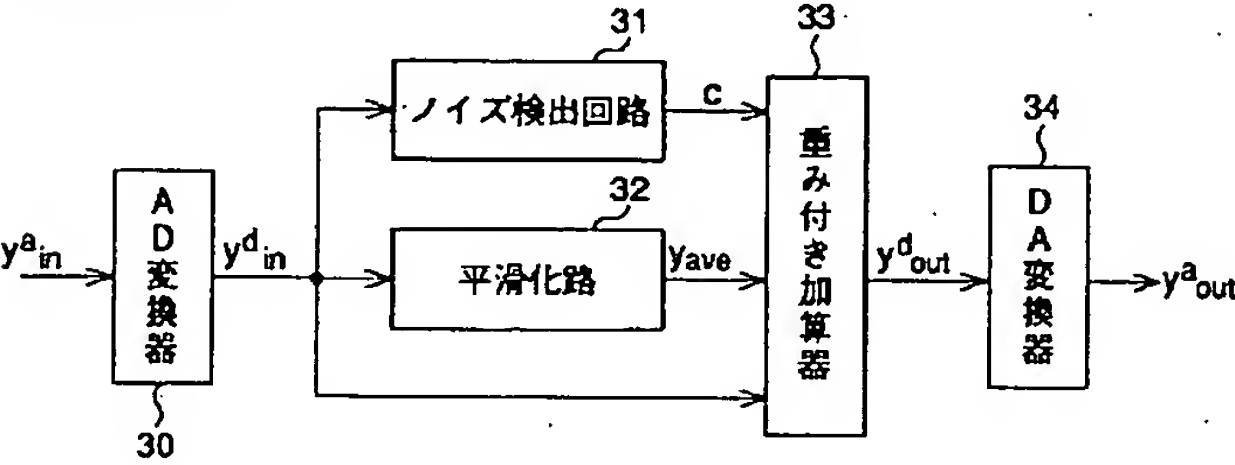
[Drawing 5]

	3	1	0	0	1	0	0
	3	3	0	0	1	1	1
	2	0	0	1	0	1	2
1	0	1	1	1	1	1	2
	1	1	1	1	1	1	2
	1	1	1	0	0	2	1
	0	1	0	0	1	0	2

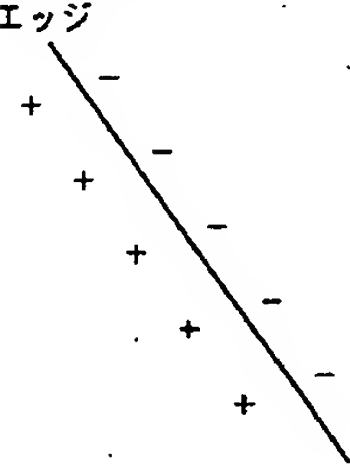
[Drawing 6]



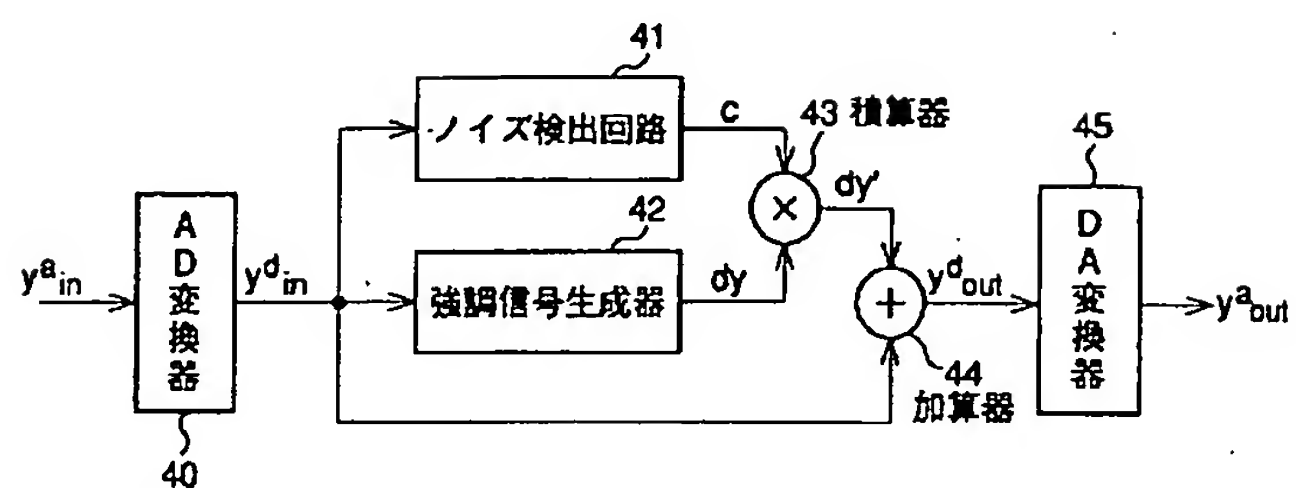
[Drawing 7]



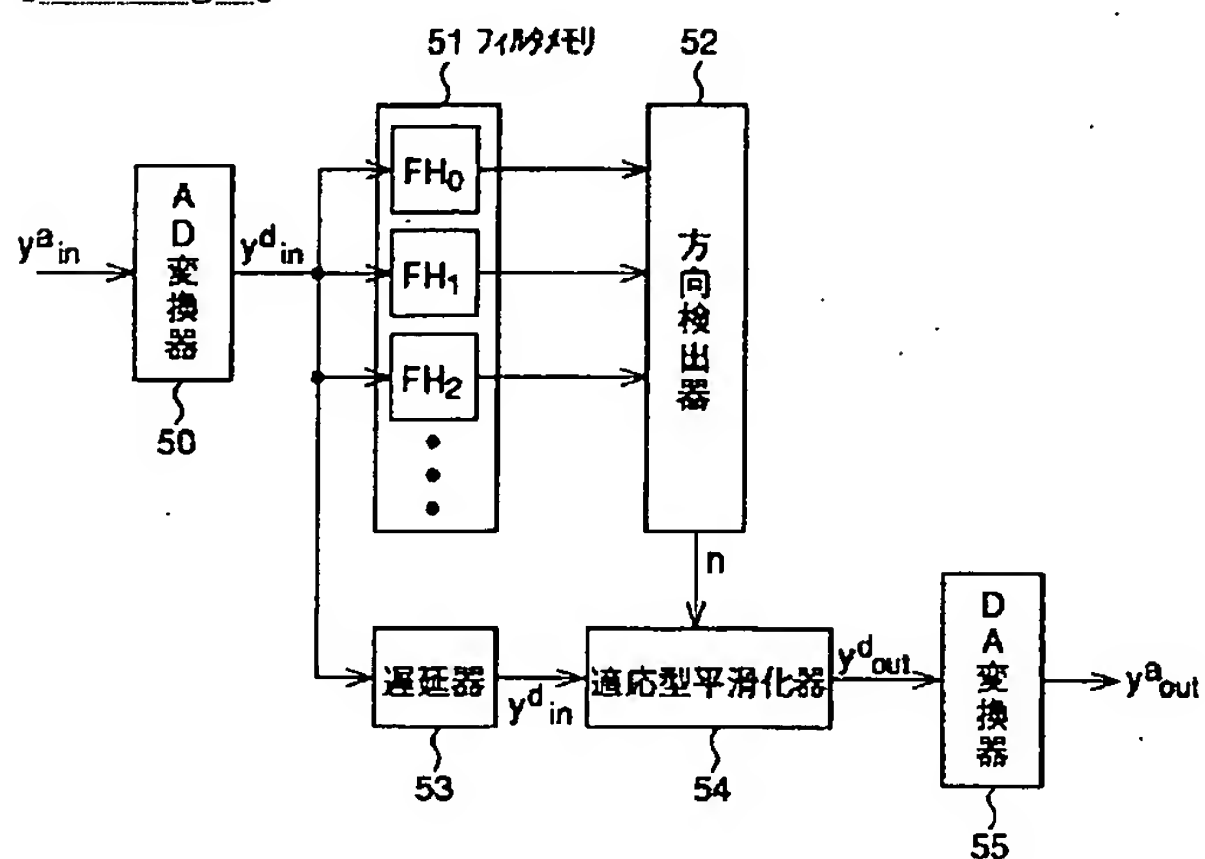
[Drawing 14]



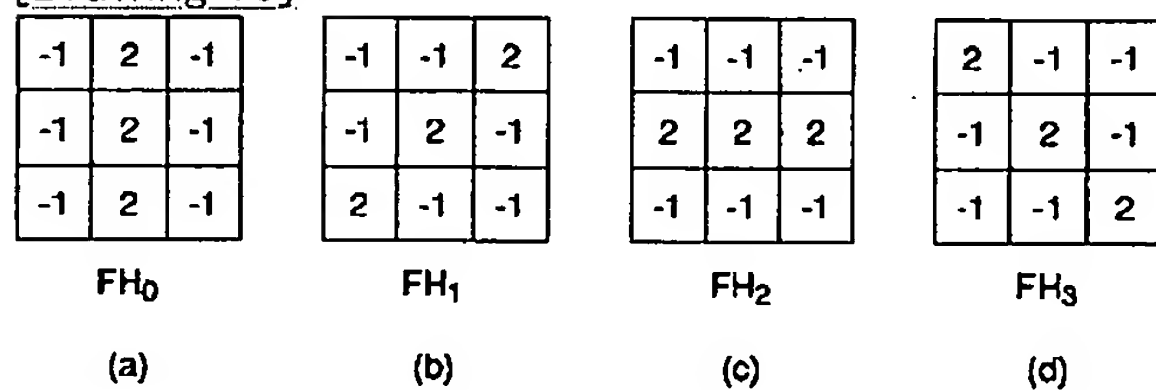
[Drawing 8]



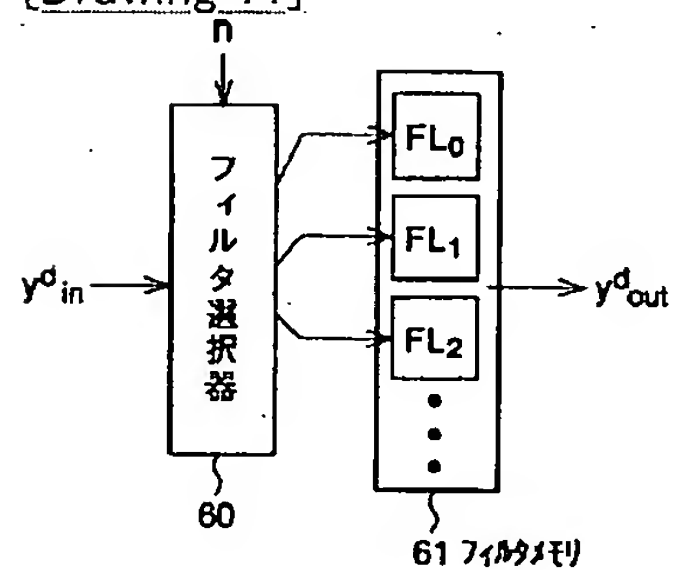
[Drawing 9]



[Drawing 10]



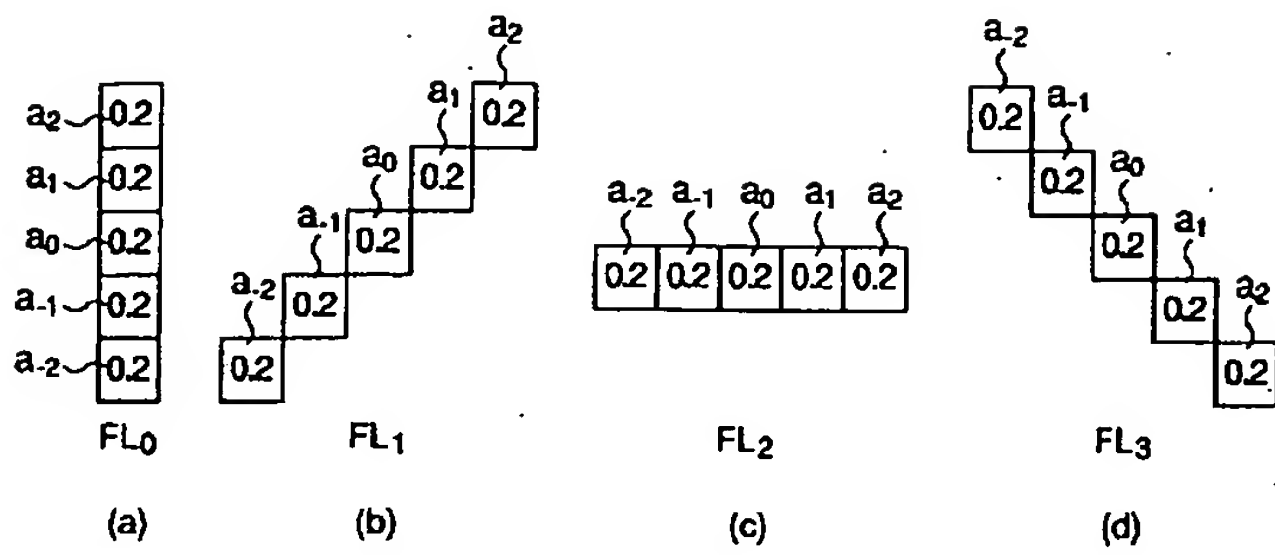
[Drawing 11]



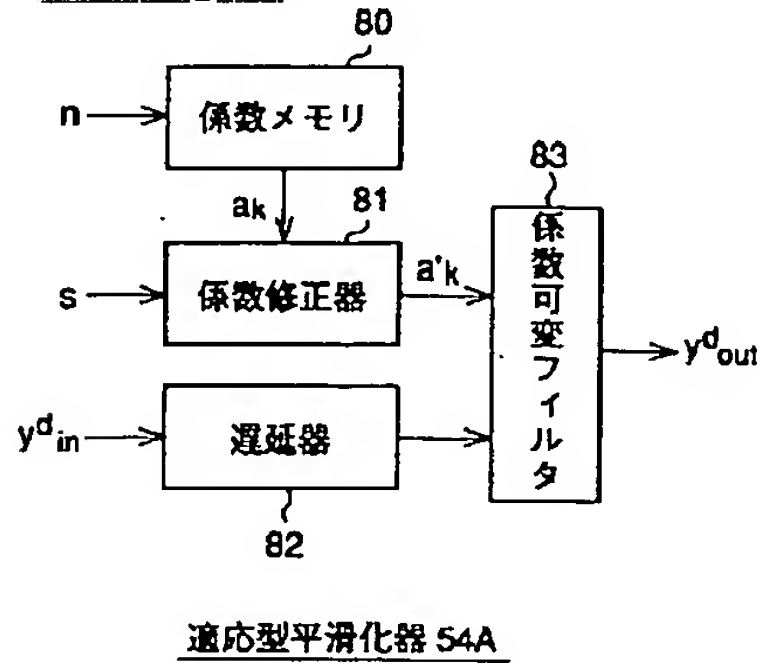
適応型平滑化器 54

[Drawing 12]





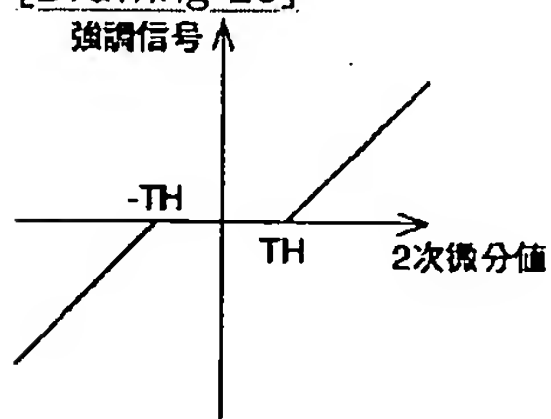
[Drawing 15]



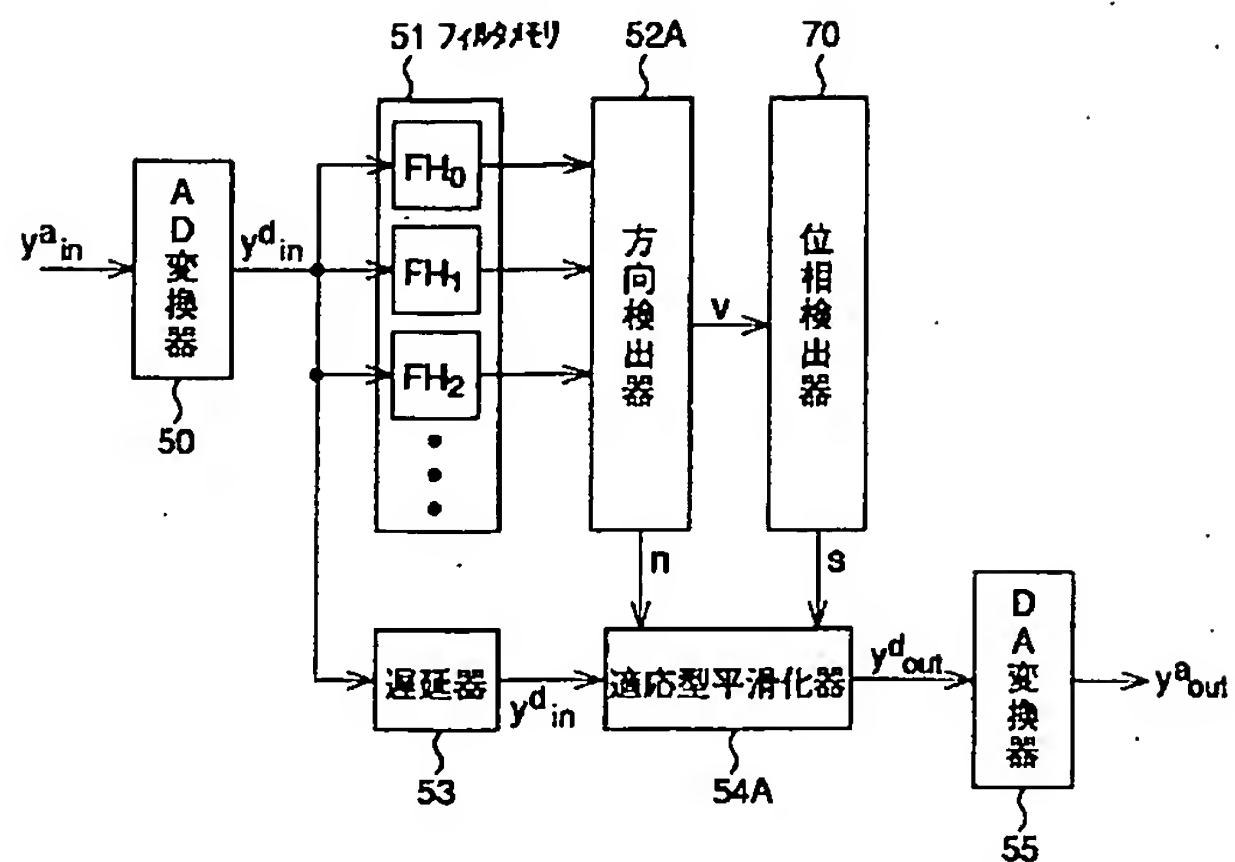
[Drawing 16]

	1	1	0	0	1	0	0
	1	0	0	0	1	1	1
	1	0	1	1	1	1	1
i	0	1	1	0	0	1	1
	1	1	0	0	0	1	0
	1	0	1	0	0	1	0
	0	1	0	0	0	0	1

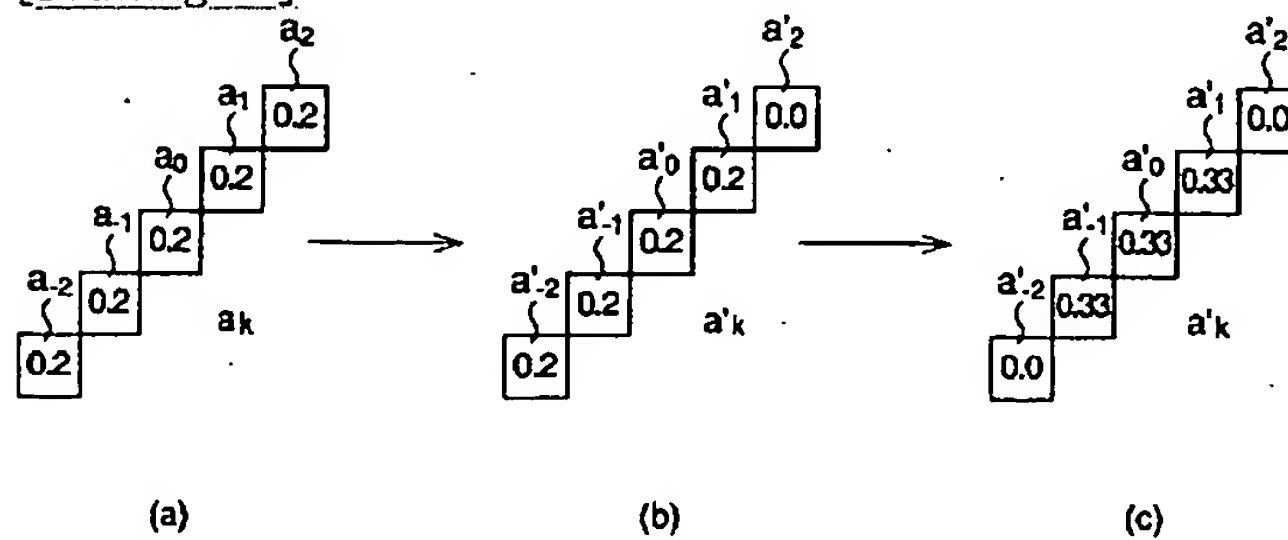
[Drawing 20]



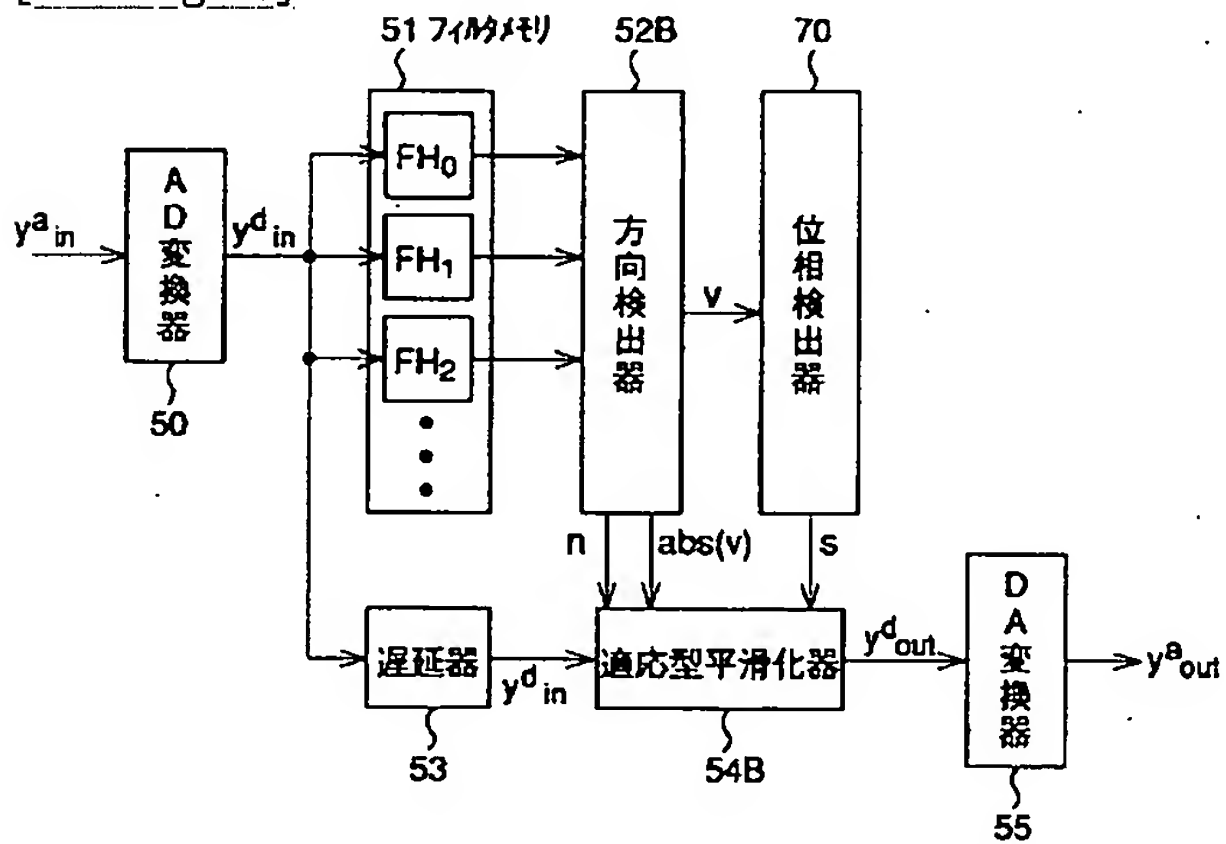
[Drawing 13]



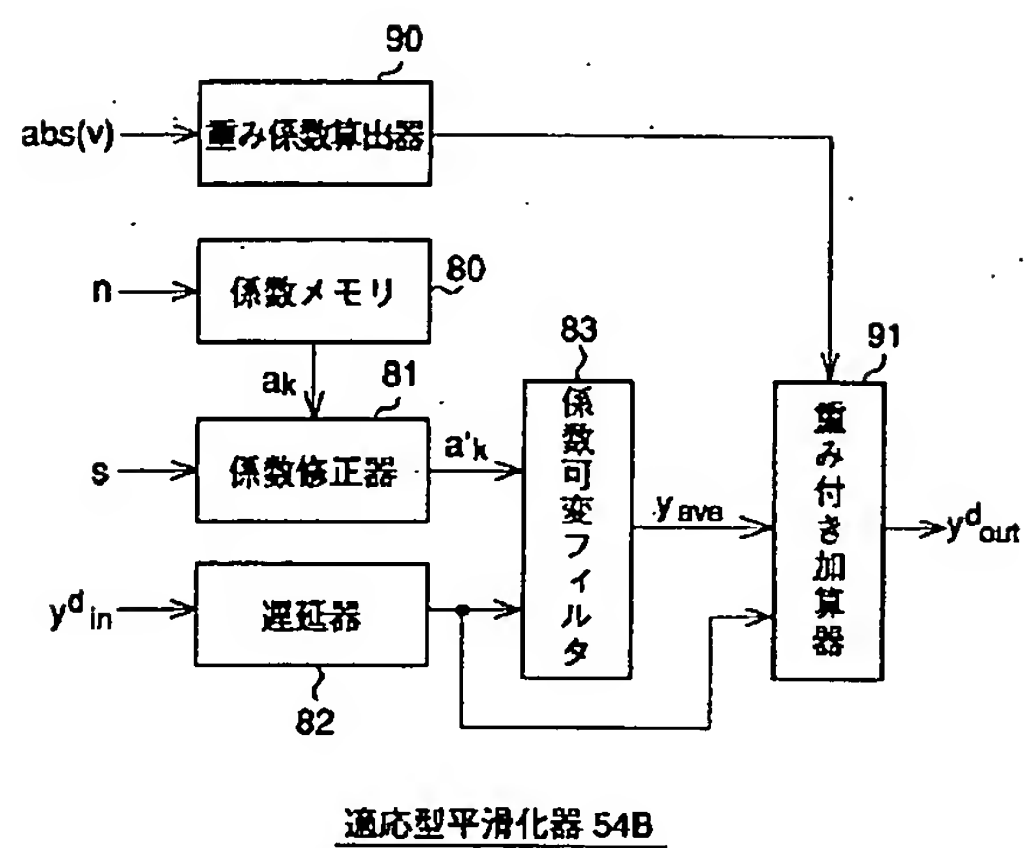
[Drawing 17]



[Drawing 18]



[Drawing 19]



[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CORRECTION OR AMENDMENT

---

[Kind of official gazette]Printing of amendment by regulation of 2 of Article 17 of Patent Law  
 [Section classification] The 3rd classification of the part VII gate  
 [Publication date]April 20 (2001.4.20), Heisei 13

[Publication No.]JP,8-163408,A  
 [Date of Publication]June 21, Heisei 8 (1996.6.21)  
 [Annual volume number] Publication of patent applications 8-1635  
 [Application number]Japanese Patent Application No. 6-298731  
 [The 7th edition of International Patent Classification]

H04N 5/21

1/405

5/208  
 [FI]

H04N 5/21 B

5/208

1/40 C

[Written amendment]

[Filing date]March 2, Heisei 12 (2000.3.2)

[Amendment 1]

[Document to be Amended]Specification

[Item(s) to be Amended]Claim

[Method of Amendment]Change

[Proposed Amendment]

[Claim(s)]

[Claim 1]An inclination detection means to detect a value which shows the direction of a value which shows a size of a luminance change of a picture signal of said inputted image, and said luminance change in each position of an inputted image,

A noise coefficient calculating means which computes a noise coefficient which shows a possibility that a luminance change of a picture signal of said inputted image originates in a noise, based on a value which shows the direction of a value which shows a size of a luminance change of a picture signal of said inputted image, and a luminance change detected by said inclination detection means  
 A noise detection circuit characterized by preparation \*\*\*\*.\*.

[Claim 2]Said inclination detection means,

Several primary two-dimensional differentiation filters which differ in directivity,



It has an inclination detector which was filtered with said two or more primary two-dimensional differentiation filters and which detects the maximum of an absolute value of a filter output value of a picture signal of said inputted image.

The noise detection circuit according to claim 1 characterized by things.

[Claim 3] Said primary two-dimensional differentiation filter shows selectivity in the direction from which luminosity of a picture signal of said inputted image changes.

The noise detection circuit according to claim 2 characterized by things.

[Claim 4] A memory which memorizes a filter factor of two or more two-dimensional low pass filters which have a low pass characteristic in said noise coefficient calculating means, a direction which shows the selectivity of said primary two-dimensional differentiation filter, and the direction which intersects perpendicularly,

A coefficient rectifier which corrects a filter factor of said two-dimensional low pass filter based on a value which shows the direction of a luminance change of a picture signal of said inputted image detected by said inclination detection means,

A delay device which is delayed and outputs a value which shows a size of a luminance change of said inputted image detected by said inclination detection means,

A coefficient variable filter which filters a value which shows a size of a luminance change of said inputted image by a two-dimensional low pass filter constituted by filter factor corrected by said coefficient rectifier,

A normalization machine which normalizes a value which shows a size of a luminance change of said inputted image filtered with said coefficient variable filter, and computes said noise coefficient

\*\*\*\*\*

The noise detection circuit according to claim 2 or 3 characterized by things.

[Claim 5] The noise detection circuit according to any one of claims 1 to 4,

An emphasizing signal creating means which generates and outputs an emphasizing signal from a secondary differential value of a picture signal of said inputted image,

A value computed from a noise coefficient detected by said noise detection circuit, and an integration means which integrates said emphasizing signal,

An adding means adding an output of said integration means, and a picture signal of said inputted image

An edge enhancement circuit characterized by preparation \*\*\*\*\*.

[Claim 6] A direction detecting means which detects a value which shows the direction of a luminance change of a picture signal of said inputted image in each position of an inputted image,

A smoothing means which performs data smoothing in the direction of a luminance change which said direction detecting means detected, and the direction which intersects perpendicularly

A noise rejection circuit characterized by preparation \*\*\*\*\*.

[Claim 7] Said direction detecting means,

Several secondary two-dimensional differentiation filters which differ in directivity,

A direction detector which detects the maximum of an absolute value of a filter output value of said picture signal filtered with said two or more secondary two-dimensional differentiation filters, and detects a value which shows the direction of a luminance change of a picture signal of said inputted image corresponding to a detection result

\*\*\*\*\*

The noise rejection circuit according to claim 6 characterized by things.

[Claim 8] Said secondary two-dimensional differentiation filter shows selectivity in the direction from which luminosity of a picture signal of said inputted image changes.

The noise rejection circuit according to claim 7 characterized by things.

[Claim 9] Said direction detecting means outputs further the maximum filter output value whose absolute value is the maximum,

A phase detector with which said maximum filter output value detects whether it is a positive value or it is a negative value, and outputs a detection result to said smoothing means

It prepares for a pan.

The noise rejection circuit according to claim 7 or 8 characterized by things.

[Claim 10] Said smoothing means,

A memory which memorizes a filter factor of two or more two-dimensional low pass filters which have a low pass characteristic in a direction which shows the selectivity of said two-dimensional differentiation filter, and the direction which intersects perpendicularly,

A coefficient rectifier which corrects a filter factor of said two-dimensional low pass filter corresponding to a detection result of said phase detector,

A delay device which is delayed and outputs a picture signal of said inputted image,

A coefficient variable filter which filters a picture signal of said inputted image by a two-dimensional low pass filter constituted by filter factor corrected by said coefficient rectifier

\*\*\*\*\*

The noise rejection circuit according to claim 9 characterized by things.

[Claim 11] Said direction detecting means outputs further an absolute value of said maximum filter output value,

Said smoothing means,

A weighting-factor calculation machine which computes a weighting factor based on an absolute value of said maximum filter output value,

An adding machine with dignity which adds a value based on a weighting factor which said weighting-factor calculation machine computed to a signal filtered with said coefficient variable filter, and a picture signal of said inputted image, and outputs the sum to them

A noise rejection circuit given in 10 which it has further.

[The amendment 2]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0016

[Method of Amendment] Deletion

[Amendment 3]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0017

[Method of Amendment] Deletion

[Amendment 4]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0018

[Method of Amendment] Deletion

[Amendment 5]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0019

[Method of Amendment] Change

[Proposed Amendment]

[0019] The edge enhancement circuit according to claim 5 A noise detection circuit (for example, noise detection circuit 41 of drawing 8), The emphasizing signal creating means (for example, emphasizing signal generation machine 42 of drawing 8) which generates and outputs an emphasizing signal from the secondary differential value of the picture signal of an inputted image, The noise coefficient detected by this noise detection circuit and the integration means (for example, integrator 43 of drawing 8) which integrates an emphasizing signal, It has an output (for example, amendment emphasizing signal dy' of drawing 8) of this integration means, and an adding means (for example, adding machine 44 of drawing 8) adding the picture signal of an inputted image.

[Amendment 6]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0020

[Method of Amendment] Change

[Proposed Amendment]

[0020] The direction direction detecting means (for example, the filter memory 51 and the direction detector 52 of drawing 9) from which the noise rejection circuit according to claim 6 detects the value (for example, direction indexes n of drawing 9) which shows the direction of the luminance change of the picture signal of an inputted image in each position of an inputted image, It has a smoothing means (for example, adaptive smoothing machine 54 of drawing 9) which performs data

smoothing in the direction of the luminance change which this direction detecting means detected, and the direction which intersects perpendicularly.

[Amendment 7]

[Document to be Amended]Specification

[Item(s) to be Amended]0023

[Method of Amendment]Deletion

[Amendment 8]

[Document to be Amended]Specification

[Item(s) to be Amended]0028

[Method of Amendment]Deletion

[Amendment 9]

[Document to be Amended]Specification

[Item(s) to be Amended]0029

[Method of Amendment]Change

[Proposed Amendment]

[0029]In the edge enhancement circuit according to claim 5, the value computed from the noise coefficient which the noise detection circuit 41 detected, and the emphasizing signal which the emphasizing signal generation machine 42 generated corresponding to the picture signal are integrated in the integrator 43. The adding machine 44 adds amendment emphasizing signal  $dy'$  and the input signal which are inputted from the integrator 43. Therefore, edge enhancement of a picture signal can be performed correctly.

[Amendment 10]

[Document to be Amended]Specification

[Item(s) to be Amended]0030

[Method of Amendment]Change

[Proposed Amendment]

[0030]In the noise rejection circuit according to claim 6, the secondary two-dimensional differentiation filter  $FH_n$  and the direction detector 52 which are memorized by the filter memory 51 detect the direction of a luminance change, and the adaptive smoothing machine 54 smooths to an input signal in the direction which intersects perpendicularly towards this luminance change. Therefore, only a noise component is correctly removable.

[Amendment 11]

[Document to be Amended]Specification

[Item(s) to be Amended]0124

[Method of Amendment]Deletion

[Amendment 12]

[Document to be Amended]Specification

[Item(s) to be Amended]0125

[Method of Amendment]Change

[Proposed Amendment]

[0125]The noise coefficient which the noise detection circuit detected in the edge enhancement means according to claim 5 in the integrator, Since the emphasizing signal which the emphasizing signal generation machine generated corresponding to the picture signal is integrated and the adding machine added the integrated value and input signal, edge enhancement of a picture signal can be performed correctly.

[Amendment 13]

[Document to be Amended]Specification

[Item(s) to be Amended]0126

[Method of Amendment]Change

[Proposed Amendment]

[0126]In the noise rejection circuit according to claim 6, since the smoothing means was made to perform data smoothing in the direction of the luminance change of the picture signal in each position of the inputted image which the direction detecting means detected, and the direction which intersects perpendicularly, only a noise component is correctly removable.

---

[Translation done.]